GÖTTINGER SCHRIFTEN ZUR INTERNETFORSCHUNG

Hg.: S. Hagenhoff, D. Hogrefe, E. Mittler,
M. Schumann, G. Spindler, V. Wittke

Mobiles Internet im Unternehmenskontext

Webtechnologien als technische Basis für Geschäftsanwendungen auf mobilen Endgeräten

Stefan Christmann



Universitätsverlag Göttingen

Stefan Christmann

Mobiles Internet im Unternehmenskontext



erschienen als Band 9 in der Reihe „Göttinger Schriften zur Internetforschung“
im Universitätsverlag Göttingen 2012

Stefan Christmann

Mobiles Internet im Unternehmenskontext

Webtechnologien als technische Basis für Geschäftsanwendungen auf mobilen Endgeräten



Universitätsverlag Göttingen
2012

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Reihe
Band 9 der Reihe „Göttinger Schriften zur Internetforschung" in der qualitätsgeprüften Sparte des Universitätsverlags Göttingen.
Herausgeber der Reihe: Svenja Hagenhoff, Dieter Hogrefe, Elmar Mittler, Matthias Schumann, Gerald Spindler und Volker Wittke.

Anschrift des Autors
Stefan Christmann
e-mail: stefan@christmann.org

Satz und Layout: Stefan Christmann
Umschlaggestaltung: Martin Kaspar und Margo Bargheer

http://univerlag.uni-goettingen.de
ISBN: 978-3-86395-056-9
ISSN: 1863-0944

Mobiles Internet im Unternehmenskontext
Webtechnologien als technische Basis für Geschäftsanwendungen auf mobilen Endgeräten

Dissertation

zur Erlangung des wirtschaftswissenschaftlichen Doktorgrades der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Göttingen

vorgelegt von
Dipl.-Wirtsch.-Inf. Stefan Christmann
aus Göttingen

Göttingen, 2012

Erstgutachter:	Prof. Dr. Matthias Schumann
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Lutz M. Kolbe
Tag der mündlichen Prüfung:	28.02.2012

Geleitwort

Das mobile Internet hat in den vergangenen Jahren stark an Nutzern gewonnen und das mobil übertragene Datenvolumen steigt stetig weiter an. Mittlerweile ist das mobile Internet ein Massenmarkt und der ubiquitäre Zugriff auf die Dienste des Internets ist für Privatnutzer zum Standard geworden. Mit dem Markt für mobile Anwendungen hat sich zudem eine neue Branche entwickelt, die im Jahr 2010 bereits für einen Umsatz von 343 Millionen Euro alleine in Deutschland gesorgt hat.

Die Nutzung von mobilen Endgeräten wie Smartphones und Tablet PCs kann jedoch nicht nur für Privatnutzer Vorteile bringen – auch in und zwischen Unternehmen ergeben sich vielfältige Einsatzzwecke. Dennoch ist dieser Bereich bisher noch unterentwickelt, was durch die besonderen Rahmenbedingungen der IT-Nutzung in Unternehmen bedingt ist. Neben erhöhten Anforderungen bezüglich Sicherheit und Stabilität von Diensten ist vor allem die im Vergleich zum Privatkundengeschäft notwendige technische Integration ein wichtiger Faktor.

Während die Entwickler von Privatkunden-Applikationen über so genannte AppStores eine hohe Anzahl an potenziellen Kunden erreichen können und so Economies of Scale nutzen, um mit niedrigen Preisen Erlöse zu erzielen, ist die Abnehmerzahl im Unternehmenskontext deutlich geringer. Dazu kommt, dass Anwendungen für mobile Endgeräte in der Regel nur mit einzelnen mobilen Betriebssystemen nutzbar sind. Unternehmen und Standardsoftwareanbieter können

sich aus verschiedenen Gründen jedoch zumeist nicht auf ein einziges Betriebssystem beschränken, weshalb mobile Anwendungen häufig mehrfach entwickelt werden müssen, was die Entwicklungs- und Wartungskosten erhöht.

Die Dissertationsschrift von Herrn Christmann setzt an der Fragestellung des Einsatzes von mobilem Internet in Unternehmen an. Nach einer Analyse der Einsatzpotentiale und Herausforderungen werden diese über eine empirische Befragung validiert und insbesondere technische Lösungsansätze geschildert, um den Einsatz von mobilem Internet in Unternehmen zu ermöglichen und wirtschaftlicher zu gestalten. Im Bereich der Anwendungsentwicklung fokussiert die Arbeit dazu auf eine betriebssystemübergreifende Programmierung mittels Webtechnologien, welche die mehrfache Entwicklung von mobilen Anwendungen überflüssig macht. Dieses Konzept ist bereits auf der CeBIT und bei mehreren Unternehmenskontakten auf Interesse gestoßen. Dazu wurden auch prototypische Vergleiche zwischen betriebssystemspezifischer Applikationsentwicklung und übergreifenden Web-Lösungen vorgenommen.

Insgesamt wird eine der ersten Arbeiten vorgelegt, die sich dem Themenfeld des Einsatzes von mobilem Internet im Unternehmenskontext umfassend widmet. Insbesondere im Bereich der plattformübergreifenden Anwendungsentwicklung für mobile Endgeräte bietet die Arbeit wertvolle Einblicke. Ich bin sicher, dass sie eine positive Aufnahme in Wissenschaft und Praxis finden wird.

Göttingen, im März 2012 Matthias Schumann

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Anwendungssysteme und E-Business der Georg-August-Universität Göttingen. Sie ist das Ergebnis einer über vierjährigen intensiven Auseinandersetzung mit dem Themenfeld des mobilen Internets in Forschung und Lehre und wurde im Februar 2012 von der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Georgia Augusta als Dissertation angenommen. Zur Entstehung dieser Arbeit haben viele Menschen auf ganz unterschiedliche Weise beigetragen, denen ich hiermit persönlich danken möchte.

Ein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Prof. Dr. Matthias Schumann, für die intensive wissenschaftliche Betreuung, Freiräume in Forschung und Lehre sowie viele hilfreiche Hinweise beim Verfassen der Arbeit. Prof. Dr. Svenja Hagenhoff hat in den ersten Jahren meiner Promotion als Forschungsbereichsleiterin meine Arbeit sehr unterstützt und die Struktur meiner Dissertation mit geprägt. Prof. Dr. Lutz M. Kolbe begleitete meine Forschung bereits im Doktorandenkolloquium und hat dankenswerterweise die Rolle des Zweitgutachters übernommen. Jun.-Prof. Dr. Johann Kranz gebührt mein Dank für seine spontane Bereitschaft, als Drittgutachter zu fungieren.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinen Kolleginnen und Kollegen an der Professur für Anwendungssysteme und E-Business, die mit einer besonderen Arbeitsatmosphäre einen wichtigen Grundstein für das Entstehen der Arbeit ge-

legt haben. Zu Dank verpflichtet bin ich insbesondere Arne Frerichs, der vielfältige Korrekturvorschläge formaler Natur beisteuerte. Die Zwischenergebnisse der Arbeit wurden zudem von zahlreichen Studierenden in eigenen Arbeiten und Forschungsprojekten reflektiert und vertieft, zahlreiche Nebenpublikationen sind daraus entstanden. Gedankt sei insbesondere jenen Studierenden, die mit mir zusammen eine empirische Befragung durchgeführt und mit Beispielimplementierungen das Konzept der webbasierten Unternehmensanwendungen praktisch evaluiert haben. Die Volkswagen Aktiengesellschaft stellte dankenswerterweise ein Fallbeispiel hierfür zur Verfügung und begleitete den Bewertungsprozess intensiv.

Nicht unerwähnt bleiben soll auch die Unterstützung der Hans-Böckler-Stiftung, die mich nicht nur während meines Studiums gefördert, sondern auch in mehreren Seminaren auf die Promotion vorbereitet hat. Mein ganz persönlicher Dank gebührt meiner Familie, die mich jederzeit uneingeschränkt unterstützt hat. Einen häufig unterschätzen Beitrag leisteten zudem meine Freundinnen und Freunde – allen voran Dorle Meyer sowie Eva und Martin Bender –, welche mit vielfältigsten Beschäftigungen für die notwendige Zerstreuung während der Promotionszeit sorgten.

Meiner Familie und meinen Freunden sei daher diese Arbeit gewidmet.

Göttingen, im März 2012 Stefan Christmann

Inhaltsübersicht

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

AD	Active Directory
ADT	Android Development Tools
AES	Advanced Encryption Standard
AG	Aktiengesellschaft
AIR	Adobe Integrated Runtime
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
API	Application Programming Interface
ARPU	Average Revenue per User
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ASP	Application Service Providing
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Consumer
B2E	Business-to-Employee
BANF	Bestellanforderung
BAPI	Business Application Programming Interface
BASIC	Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code
BetrVG	Betriebsverfassungsgesetz
BITKOM	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.

BMJ	Bundesministerium der Justiz
BREW	Binary Runtime Environment for Wireless
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BW	Business Information Warehouse
BYOD	Bring Your Own Device
CAFM	Computer-Aided Facility Management
CANBUS	Controller Area Network Bus
CDMA	Code Division Multiple Access
CeBIT	Centrum für Büroautomation, Informationstechnologie und Telekommunikation, früher: Centrum der Büro- und Informationstechnik
CES	Consumer Electronics Show
CGI	Common Gateway Interface
CIA	Central Intelligence Agency
CIO	Chief Information Officer
CO	Controlling
COCOMO	Constructive Cost Model
COM	Communication Equipment
CRM	Customer Relationship Management
CSS	Cascading Style Sheets
D&B	Dun & Bradstreet
DARPA	U.S. Defense Advanced Research Projects Agency
DB2e	Database 2 Everyplace
DES	Data Encryption Standard
DHTML	Dynamic HTML
DNS	Domain Name System
DOM	Document Object Model
DoS	Denial of Service
DUNS	Data Universal Numbering System

E-Commerce	Electronic Commerce
ECC	Elliptic Curve Cryptography
ECMA	European Computer Manufacturers Association
EDA	Event-Driven Architecture
EDI	Electronic Data Interchange
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
ERP	Enterprise Resource Planning
FAQ	Frequently Asked Questions
FI	Finance
FTP	File Transfer Protocol
GLONASS	Globalnaja Nawigazionnaja Sputnikowaja Sistema
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications, früher: Groupe Spécial Mobile
GUI	Graphical User Interface
HaCon	Hannover Consulting
HAFAS	HaCon Fahrplanauskunftsystem
HP	Hewlett Packard
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HTC	High Tech Computer (Corporation)
HTML	HyperText Markup Language
HTML5	HyperText Markup Language, Version 5
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
I&K	Informations- und Kommunikationstechnologie

IBM	International Business Machines
ID	Identifikationsnummer
IDE	Integrated Development Environment
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IIS	Internet Information Server
iLoNa	integrierte Lagerorganisation und Nachschubsteuerung
IMAP	Internet Message Access Protocol
IP (v4, v6)	Internet Protocol (Version 4, Version 6)
IRC	Internet Relay Chat
ISA	Industry Standard Architecture
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnologie
ITK	Informations- und Telekommunikationstechnologie
JAD	Java Application Descriptor
JAR	Java Archive
JSON	JavaScript Object Notation
JSR	Java Specification Request
KB	Kilobyte
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LAN	Local Area Network
LBS	Location-based Service
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
LiMo	Linux Mobile
LKW	Lastkraftwagen
LoC	Lines of Code
LTE	Long-Term Evolution
MAV	Mobile Added Values
MBA	Mobile Business Assistant
mCRM	Mobile Customer Relationship Management

MDA	Mobile Digital Assistant
MDM	Mobile Device Management
MDS	Mobile Data System
mERP	Mobile Enterprise Resource Planning
mFM	Mobile Facility Management
MAN	Metropolitan Area Network
MI	Mobile Infrastructure
MM	Materials Management
MMC	Microsoft Management Console
MMS	Multimedia Messaging Service
MP3	MPEG-1/2 Audio Layer III
MPEG	Moving Picture Experts Group
mSCM	Mobile Supply Chain Management
MVC	Model-View-Controller (Entwurfsmuster)
MXML	Macromedia eXtensible Markup Language, Magic eXtensible Markup Language
NEC	Nippon Electric Company
NFC	Near Field Communication
NGO	Non-Governmental Organization
ObjC	Objective-C
OHA	Open Handset Alliance
OMA	Open Mobile Alliance
OMA-DM	Open Mobile Alliance – Device Management
OPL	Open Programming Language
OS	Operating System
OSI	Open Systems Interconnection
P2P	Peer-to-Peer
PAN	Personal Area Network
PC	Personal Computer

PCI	Peripheral Component Interconnect
PDA	Personal Digital Assistant
PDF	Portable Document Format
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor, ehemals: Personal Home Page Tools
PIM	Personal Information Management
PIN	Persönliche Identifikationsnummer
POI	Point of Interest
POP	Post Office Protocol
POP3	Post Office Protocol, Version 3
QM	Qualitätsmanagement
QR	Quick Response
RAD	Rapid Development
RADIS	Rangierdispositionssystem
RAM	Random Access Memory
RASIM	Rangiersimulation
REST	Representational State Transfer
RFC	Remote Function Call
RFID	Radio Frequency Identification
RIA	Rich Internet Application
RIM	Research in Motion
RMS	Record Management System
ROI	Return on Investment
ROR	Ruby-on-Rails
RPC	Remote Procedure Call
RSA	Rivest-Shamir-Adleman
RTE	Runtime Environment
S60	Series 60, Nokia
SaaS	Software as a Service

SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung
SBC	Server-based Computing
SCM	Supply Chain Management
SCP	Secure Copy
SD	Sales & Distribution
SDK	Software Development Kit
SFTP	SSH File Transfer Protocol
SIM	Subscriber Identification Module
SMS	Short Message Service
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SNMP	Simple Network Management Protocol
SOA	Service-Oriented Architecture
SOAP	-, früher: Simple Object Access Protocol
SPESYS	Speditionssystem
SPSS	Produktname, früher: Statistical Package for the Social Sciences
SQL	Structured Query Language
SSH	Secure Shell
SSL	Secure Socket Layer
TCO	Total Cost of Ownership
TCP	Transmission Control Protocol
TLS	Transport Layer Security
TMS	Transport Management System
TPS	Train Planning System
UDP	User Datagram Protocol
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USB	Universal Serial Bus
VM	Virtual Machine

VNC	Virtual Network Computing
VPN	Virtual Private Network
W3C	World Wide Web Consortium
WAP	Wireless Application Protocol
WHATWG	Web Hypertext Application Technology Working Group
WIM	Werkzeug InformationsManagement
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
WM	Warehouse Management
WWW	World Wide Web
XAML	Extensible Application Markup Language
XHTML	Extensible HyperText Markup Language
XML	Extensible Markup Language

1 Einleitung

Im vorliegenden Kapitel wird zunächst die Motivation für die Beschäftigung mit dem Themenfeld des Einsatzes von mobilem Internet in Unternehmen (Abschnitt 1.1) geklärt, anschließend werden die Zielsetzung und die zentralen Forschungsfragen (Abschnitt 1.2) des Forschungsprojekts erläutert, bevor auf den Aufbau der Arbeit (Abschnitt 1.3) und die zugrundeliegende Forschungsmethodik (Abschnitt 1.4) eingegangen wird.

1.1 Motivation und Problemstellung

> *„Selbst in den allerneuesten Donald-Duck-Büchern gibt es keine Handys. Viele Probleme ließen sich mit Mobiltelefonen zu leicht lösen."*
> (Ebert/Klotzek 2008, Nr. 372)

Mobiltelefone haben das Leben der Menschen verändert und viele Tätigkeiten vereinfacht. Durch die Möglichkeit zur ortsunabhängigen Kommunikation sind sie ein wichtiges Werkzeug im Arbeits- und Privatleben geworden. Mit dem Ersetzen von physischer durch informatorische Mobilität können Aufgaben effizienter und effektiver erledigt werden. Folgerichtig gab es im Jahr 2010 bei einer Weltbevölkerung von 6,8 Milliarden Menschen rund 5,3 Milliarden Mobilfunkverträge

(vgl. ITU 2010). Weder Radio, noch Fernseher und Computer haben eine so hohe Verbreitung wie das Mobiltelefon (vgl. Ahonen 2009).

Doch auch die Nutzung von Mobiltelefonen wandelt sich gegenwärtig: Während bisher das Telefonieren und Verschicken von Kurznachrichten im Vordergrund steht, nutzen mittlerweile bereits 16 % der Deutschen mobile Endgeräte zum Zugriff auf das Internet. Ursächlich dafür sind die gesunkenen Kosten für die mobile Datenübertragung und das Entstehen der Geräteklasse der Smartphones als Konvergenzprodukt aus Mobiltelefonen und Personal Digital Assistants (vgl. Hess/Rauscher 2006, S. 4f.). Eine für die nahe Zukunft zu prognostizierende weite Verbreitung des mobilen Internetzugriffs führt jedoch nicht nur zur Möglichkeit, Internetdienste wie das WWW oder E-Mail ubiquitär zu nutzen. Smartphones verfügen über mobile Betriebssysteme, die in der Regel auch die Installation von mobilen Anwendungen wie z. B. Spielen, kleinen Werkzeugen und Informationsdiensten erlauben. Durch den Zugriff auf das Internet können diese Anwendungen Standarddienste von Mobiltelefonen ersetzen: Statt normaler Telefonie kann Voice-over-IP genutzt, statt SMS können kostengünstigere Kurznachrichtensysteme oder soziale Netzwerke verwendet werden. Smartphones vereinen damit viele Kommunikationskanäle in einem Endgerät und führen zu einem veränderten Kommunikationsverhalten.

Diese Veränderungen im Privatkundenbereich haben auch Auswirkungen auf den Geschäftsbereich, da Mitarbeiter entsprechende Verhaltensweisen und Erwartungen in Unternehmen hereintragen. Der mobile Zugriff auf Internetdienste und die Nutzung von mobilen Anwendungssystemen kann zudem auch in Unternehmen Nutzen stiften. Mitarbeiter können überall und jederzeit auf Unternehmensdaten zugreifen und auch unterwegs in Geschäftsprozesse eingebunden bleiben. Allerdings gelten hier andere Anforderungen (z. B. in Hinblick auf Datenschutz und Datensicherung) und Rahmenbedingungen (z. B. Anzahl der potentiellen Nutzer von Anwendungen), weshalb nicht einfach die Erfahrungen aus dem Privatkundenbereich übertragen werden können. Die vorliegende Arbeit analysiert daher diese Besonderheiten und untersucht den Einsatz des mobilen Internets im Unternehmenskontext.

1.2 Zielsetzung und zentrale Forschungsfragen

Ziel der Untersuchung ist es, die Nutzung einer bestimmten Basistechnologie – des mobilen Internets – in einer spezifischen Anwendungsdomäne, dem Unternehmenskontext (oder auch Business-to-Business-Bereich), zu untersuchen. Dabei sind vier zentrale Forschungsfragen zu klären, wie Abbildung 1 zeigt.

Forschungsfeld	**Mobiles Internet** als Basistechnologie	**Business-to-Business** als Anwendungsdomäne
Forschungsfragen	**1.** Welche **Nutzenpotentiale** bringt der Einsatz von mobilem Internet im B2B-Bereich? **2.** Welche **Einsatzpotentiale** bestehen?	**3.** Welche **Herausforderungen** sind vorhanden? **4.** Welche **Lösungsansätze** bestehen, um die Herausforderungen zu adressieren?
Primärziel	Erklärung	Gestaltung

Abbildung 1: Forschungsansatz und Forschungsfragen

Die Forschungsfragen lassen sich dabei in zwei Gruppen unterteilen, wobei die ersten beiden Fragen primär der Klärung von Motivationsgründen und die beiden letzten Forschungsfragen vorrangig der Gestaltung des Einsatzes von mobilem Internet in Unternehmen dienen.

> Forschungsfrage 1:
> *Welche Nutzenpotentiale bringt der Einsatz von mobilem Internet im B2B-Bereich?*

Die erste Forschungsfrage klärt, warum Unternehmen das mobile Internet einsetzen oder einsetzen sollten. Hierbei ist zu ermitteln, welchen Nutzen Unternehmen aus der Verwendung dieser Basistechnologie generieren können.

> Forschungsfrage 2:
> *Welche Einsatzpotentiale bestehen?*

Eng verbunden mit der ersten Forschungsfrage wird ermittelt, in welchen Unternehmen und Unternehmensbereichen das mobile Internet sinnvoll Verwendung finden kann und zu welchem Zweck es dort jeweils eingesetzt wird.

Forschungsfrage 3:
Welche Herausforderungen sind vorhanden?

Die Nutzung des mobilen Internets wird durch verschiedene Faktoren gehemmt oder teilweise verhindert. Um diese beurteilen und Lösungsansätze erarbeiten zu können, werden diese Herausforderungen für Unternehmen systematisch hergeleitet.

Forschungsfrage 4:
Welche Lösungsansätze bestehen, um die Herausforderungen zu adressieren?

Die vierte Forschungsfrage greift die Ergebnisse der vorstehenden Forschungsfrage auf und zeigt potentielle Lösungsansätze für die benannten Herausforderungen auf. Der weitestgehende Lösungsansatz (Server-based Computing, siehe Kapitel 8) wird dabei ausdifferenziert und tiefgehend betrachtet.

Mit der Beantwortung dieser vier Forschungsfragen leistet die Arbeit Beiträge sowohl für die Wissenschaft als auch für die Praxis (siehe Abbildung 2). Für die *Wissenschaft* stellt sie den Forschungsstand zum Einsatz von mobilem Internet in Unternehmen dar und diskutiert ebenfalls die aktuelle Nutzung der Technologie in Unternehmen und die Art dieser Nutzung. Zudem wird geklärt, welchen Beitrag der zentrale Vorteil des mobilen Internets, die Mobilität, im Unternehmenskontext leisten kann und welche Folgen die zentralen Ursachen für Herausforderungen – die Ortsflexibilität und Heterogenität von Endgeräten – verursachen. Weiterhin werden aus den Untersuchungen Forschungsfragen für zukünftige Untersuchungen abgeleitet.

Für die *Praxis* werden die aktuellen Herausforderungen des Einsatzes der Technologie benannt und mögliche Lösungsansätze für diese Probleme diskutiert. Außerdem zeigt ein theoretischer Überblick über mögliche Einsatz- und Nutzenpotentiale sowie eine Betrachtung ausgewählter Fallbeispiele, zu welchem Zweck und mit welchem Nutzen mobiles Internet in Unternehmen eingesetzt werden kann.

Im Rahmen der Lösungsansätze beschreibt die Arbeit zusätzlich, wie durch eine Veränderung der Architektur von Anwendungssystemen Probleme des Einsatzes von mobilem Internet gelöst werden können und gibt hierbei Hilfestellung zur Auswahl einer Softwarearchitektur bei spezifischen Anwendungen. Zudem kann anhand eines entwickelten Analyserahmens beurteilt werden, ob eine Unternehmensanwendung unter ökonomischen Gesichtspunkten eher mehrfach nativ oder plattformübergreifend mit Webtechnologien realisiert werden sollte.

Wissenschaft	Praxis
▪ Zusammenfassung des Forschungsstands zum Einsatz von mobilem Internet im Unternehmen ▪ Erklärung des Beitrags von Mobilität im Business-to-Business-Bereich ▪ Analyse der Folgen von Endgeräte-Heterogenität für den Einsatz in Unternehmen ▪ Erfassung der tatsächlichen aktuellen Nutzung der Technologie im Unternehmenskontext ▪ Ableitung neuer Forschungsfragen	▪ Schilderung der zentralen Herausforderungen und Lösungsansätze für den Einsatz der Technologie in Unternehmen ▪ Überblick über Einsatzpotentiale des mobilen Internets und bereits realisierte mobile Anwendungen ▪ Handlungsempfehlungen für die Auswahl von Software-architekturen ▪ Analyserahmen für die Beurteilung der Effizienz der Anwendungs-entwicklung mit Webtechnologien

Abbildung 2: Beiträge für Wissenschaft und Praxis

1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit folgt in ihrem Grundaufbau den vier Forschungsfragen, wobei zunächst in einem ersten Schritt *Nutzen- und Einsatzpotentiale* ermittelt werden, daraufhin *Herausforderungen* analysiert und bewertet und im Anschluss *Lösungsansätze* aufgezeigt werden.

Nach der Einleitung im ersten Kapitel werden in Kapitel 2 dazu zunächst die Grundbegriffe erläutert, die zum Verständnis der Arbeit nötig sind. Hierzu werden sowohl die Basistechnologie des mobilen Internets und ihre Komponenten betrachtet, als auch die Anwendungsdomäne abgegrenzt und auf ihre charakteristischen Eigenschaften hin untersucht. Kapitel 3 beschreibt im Anschluss die Spezifika des mobilen Internets, die Einsatzfelder mobiler Arbeit und die Einsatzpotentiale des mobilen Internets in und zwischen Unternehmen. Abschließend werden die Implikationen des Einsatzes geschildert. Kapitel 4 identifiziert mit der Mobilität und Heterogenität von mobilen Endgeräten die zentralen Einflussfaktoren für Herausforderungen und untersucht diese dann in Endgerät- und Infrastruktur-orientierter Perspektive auf konkrete Probleme hin, die für Unternehmen zu bewältigen sind. Die Ergebnisse aus den Kapiteln 3 und 4 werden anschließend in Kapitel 5 durch eine Fallstudienuntersuchung ergänzt. Diese betrachtet, was für Anwendungen in Unternehmen bereits realisiert sind, welche Technologien diese nutzen und wie diese Anwendungen ökonomisch zu bewerten sind. Kapitel 6 validiert die bisherigen Ergebnisse im Anschluss durch eine Befragung der CIOs von Unternehmen, um die konkrete Nutzung der Technologie und die Relevanz

der identifizierten Herausforderungen in der Praxis abzuprüfen. Daraufhin schildert Kapitel 7 bereits bestehende Lösungsansätze für die identifizierten Herausforderungen, bewertet diese und betrachtet vier zentrale Ansätze. Ausgehend hiervon wird der weitestgehende Lösungsansatz, das Server-based Computing, in Kapitel 8 näher analysiert und eine konkrete Anwendungsarchitektur als Vorschlag hergeleitet. Daraufhin werden ihre Chancen und Risiken diskutiert und der Architekturvorschlag mit drei Prototypen evaluiert. Da der Architekturvorschlag den Wechsel von einer nativen zu einer plattformübergreifenden Anwendungsentwicklung verursacht, wird die Effizienz dieser zwei Möglichkeiten anhand eines konkreten Fallbeispiels in Kapitel 9 überprüft. Zum Abschluss werden im Schlusskapitel (Kapitel 10) die Ergebnisse aggregiert und weitere Forschungsfragen aufgezeigt.

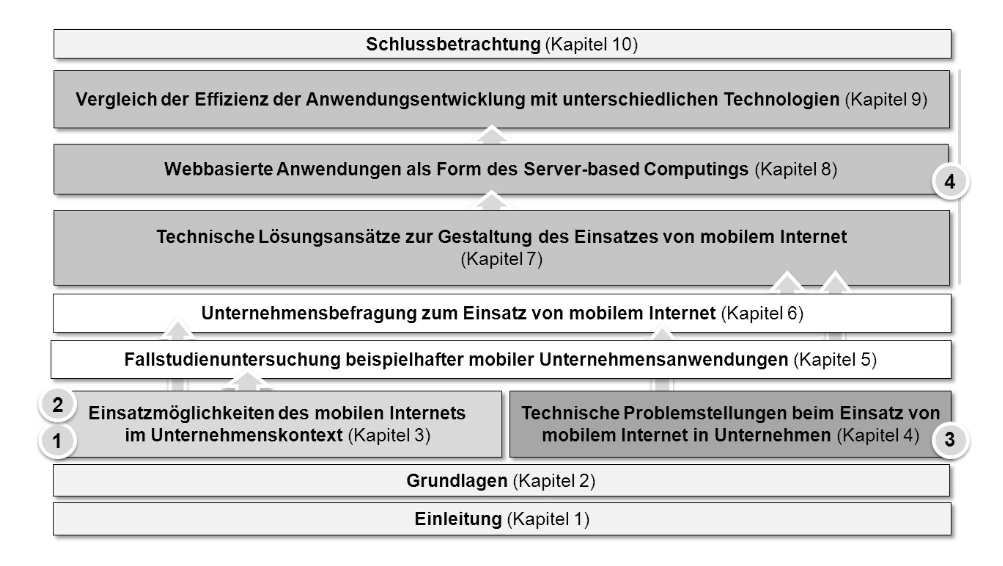


Abbildung 3: Detaillierter Aufbau der Arbeit (Kreise zeigen zugeordnete Forschungsfragen)

Einen Überblick über die Grundstruktur der Arbeit und die Zuordnung der einzelnen Kapitel zu den Forschungsfragen zeigt Abbildung 3.

1.4 Forschungsmethodik

Der Wirtschaftsinformatik steht ein umfangreiches Methodenspektrum zur Verfügung, welches zum Teil einem konstruktiven Forschungsparadigma folgt und zum Teil verhaltenswissenschaftlich orientiert ist. Weiterhin können die Forschungsmethoden eher quantitativ oder qualitativ (Formalisierungsgrad) ausgerichtet sein.

Für die Beantwortung der vorab geschilderten Forschungsfragen kommen mehrere Methoden zum Einsatz (vgl. Abbildung 4), wobei sowohl das Forschungsparadigma als auch der Formalisierungsgrad variiert werden. Für die Herleitung von Nutzen- und Einsatzpotentialen sowie die Diskussion von Herausforderungen und Lösungsansätzen wird die *argumentativ-deduktive Analyse* (vgl. Wilde/Hess 2007, S. 282) auf Basis von Literaturrecherchen genutzt. Im Bereich der bereits existierenden mobilen Anwendungen kommt die Methode der *Fallstudie* (vgl. Yin 2002, S. 126ff.) zum Einsatz, um Ähnlichkeiten und Unterschiede bei den Anwendungen erkennen zu können. Die Überprüfung der aktuellen Nutzung des mobilen Internets in Unternehmen erfolgt mit einer *quantitativen Querschnittanalyse* (vgl. Diekmann 2010, S. 304ff, S. 289ff.) in Form einer Fragebogenerhebung und das zentrale Konzept der webbasierten Anwendungen wird in seiner Realisierbarkeit und Effizienz durch die Erzeugung und Prüfung von *Prototypen* („Prototyping“, vgl. Mertens et al. 2010, S. 149f.) erprobt.

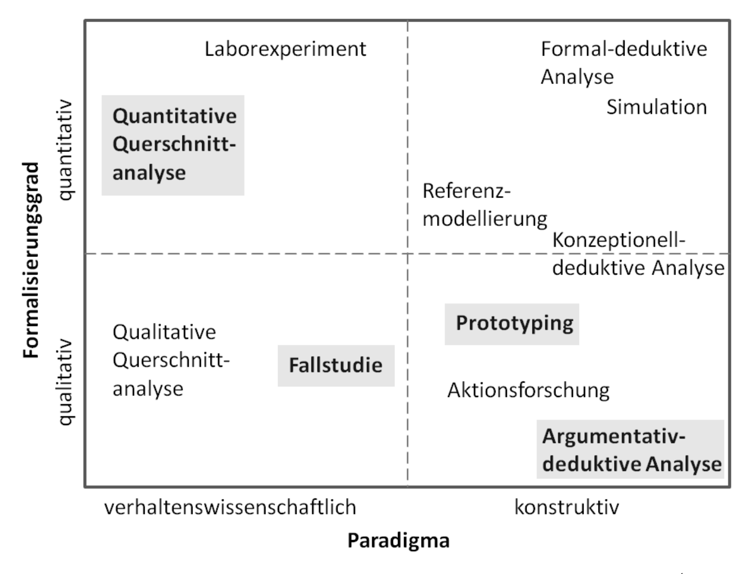


Abbildung 4: Einordnung im Methodenportfolio der Wirtschaftsinformatik[1]

Die vorliegende Arbeit nutzt somit die vier wichtigsten Methoden der Wirtschaftsinformatik und legt ein besonderes Gewicht auf die argumentativ-deduktive Analyse, die in der Wirtschaftsinformatik mit Abstand am häufigsten genutzt wird (vgl. Wilde/Hess 2007, S. 284).

[1] Nach: Wilde/Hess 2007, S. 284.

2 Grundlagen

Im Grundlagenteil wird das „Mobile Internet" anhand des zugrundeliegenden Begriffspaares definiert und das Forschungsfeld in den Forschungskontext eingeordnet (Abschnitt 2.1.1-2.1.3). Anschließend werden die relevanten technischen Komponenten in Abschnitt 2.1.4 erläutert. Als zweiter Themenblock wird in Abschnitt 2.2 mit dem Unternehmenskontext in Form des Business-to-Business-Markts das betrachtete Einsatzfeld definiert, abgegrenzt und die Besonderheiten dieses Bereiches werden aufgezeigt.

2.1 Mobiles Internet

Der Begriff des mobilen Internets wird ungefähr seit dem Start des General Packet Radio Services (GPRS) im Jahr 2000 verwendet. GPRS war das erste Übertragungsverfahren im Mobilfunk, welches paketorientiert arbeitet und daher besonders gut für die Nutzung des ebenfalls paketorientierten Internets geeignet ist (vgl. Roth 2005, S. 64f). Unter dem Titel „Mobiles Internet" bewerben Mobilfunkanbieter oftmals den Zugriff auf das World Wide Web (WWW) mit mobilen Endgeräten, manchmal auch den Abruf von eMails. Eine einheitliche Definition herrscht nicht vor.

Folgt man den Ausführungen von Clement, so kann man unter mobilem Internet die „logische Synergie" (Clement 2002, S. 26) zwischen zwei parallel rasant

gewachsenen Technologien verstehen: dem Internet und dem Mobilfunk. Das Internet bietet beim Nutzer beliebte Dienste (z. B. eMail, WWW) und eine große Menge an Inhalten, war jedoch vor der Einführung von GPRS nur stationär abrufbar. Der Mobilfunk macht das Internet für eine breite Zielgruppe mobil abrufbar, denn statistisch gesehen besitzt bereits seit 2006 jeder Deutsche mindestens einen Mobilfunkvertrag (vgl. Bundesnetzagentur 2010, S. 86) und viele führen ihr Endgerät durchgängig eingeschaltet mit sich.

Die logische Synergie muss allerdings relativiert werden, da es sich beim mobilen Internet nicht einfach um die Nutzung bestehender Angebote im Internet mittels Mobilfunkgeräten handelt (vgl. Petersmann/Nicolai 2001, S. 32). Die Besonderheiten dieser Geräte und das deutlich unterschiedliche Rezeptionsverhalten der Nutzer von stationärem und mobilem Internet (vgl. Zobel 2001, S. 116) müssen berücksichtigt werden. Dennoch führt die zitierte Aussage zum Kern des Begriffs „Mobiles Internet“: Bei mobilem Internet handelt es sich um die mobile Nutzung von Internetdiensten und -protokollen über drahtlose Netzwerke.

2.1.1 Mobilität

Der Begriff der „Mobilität“ stammt vom lateinischen Wort *mobilitas* und bedeutet so viel wie Bewegung, Beweglichkeit (Duden 2007, Stichwort „Mobilität“). Spricht man von mobilem Internet, so meint man mit Mobilität in der Regel Endgerätemobilität, also die Beweglichkeit des genutzten Endgeräts. Küpper, Reiser und Schiffers differenzieren den Mobilitätsbegriff in primäre und sekundäre Mobilitätsformen, die insbesondere für den Mobilfunk relevant sind.

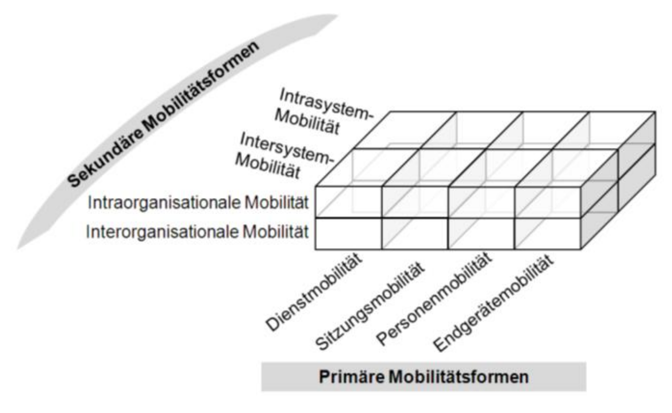


Abbildung 5: Mobilitätsformen[2]

Dabei subsumieren sie unter den primären Mobilitätsformen Endgeräte-, Personen-, Sitzungs-[3] und Dienstmobilität, bei den sekundären Mobilitätsformen stellen

[2] Nach: Küpper/Reiser/Schiffers 2004, S. 2.

sie Intersystem- und Intrasystem-, sowie Intraorganisational- und Interorganisationalmobilität gegenüber (vgl. Küpper/Reiser/Schiffers 2004, S. 2). Diese Unterscheidung visualisiert Abbildung 5.

Die primären Mobilitätsformen unterscheiden sich daran, welches Objekt räumlicher Bewegung unterliegen kann, ohne dass es seine Funktion verliert. Bei der Endgerätemobilität geht es um die Verlagerung des geographischen Ortes eines mobilen Geräts, wie z. B. PDA, Mobiltelefon, Smartphone oder Notebook. Ob ein Gerät aufgrund seiner Größe und seines Gewichts als mobil anzusehen ist, ist dabei auch subjektiv (vgl. Pree 2006, S. 1139). Unter Personenmobilität versteht man, dass eine Person zwischen Geräten wechseln und dabei ihre Identität gegenüber einem Netzwerk aufrechterhalten kann. Sitzungsmobilität meint die Möglichkeit, Sitzungen kurzfristig stoppen und auf andere Endgeräte verlagern zu können, um sie dort weiter zu verwenden. Dienstmobilität betrachtet das Ziel, dass Dienste unabhängig von Geräten, Netzwerkbetreibern und Netzwerkarten zur Verfügung stehen. Dies wird auch als das „Anytime-Anywhere"-Paradigma bezeichnet (Küpper/Reiser/Schiffers 2004, S. 5).

Mit den sekundären Mobilitätsformen wird die Abhängigkeit der Mobilität von Organisationen oder Kommunikationssystemen betrachtet. Bei intraorganisationaler Mobilität können sich Endgeräte, Personen, Sitzungen und Dienste nur innerhalb eines Unternehmens oder im Bereich einer Betreiberfirma frei bewegen, bei interorganisationaler Mobilität ist dies auch übergreifend möglich. Intrasystemmobilität liegt vor, wenn die Beweglichkeit nur innerhalb eines Kommunikationssystems (bspw. einer Kommunikationstechnologie) möglich ist, andernfalls liegt Intersystemmobilität vor.

2.1.2 Internet

Beim Internet handelt es sich um ein weltweites Computernetzwerk auf Basis des TCP/IP-Kommunikationsprotokolls (vgl. Mertens et al. 2010, S. 31f; Kerschbaumer 1998, S. 1). Bei den Netzwerkknoten kann es sich beispielsweise um Computer, Router oder Gateways handeln, die unterschiedliche Funktionen wahrnehmen. Das Internet entstand in den frühen 1970er Jahren in einer Forschungseinrichtung des amerikanischen Verteidigungsministeriums, der U.S. Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). Das zentrale Ziel war die Entwicklung von ausfallsicheren, heterogenen Netzen, die zur Sicherstellung der Ausfallsicherheit auf Paketvermittlung beruhten (vgl. Wirtz 2000, S. 238). Wichtige und häufig genutzte Dienste des Internets sind (vgl. Laudon/Laudon/Schoder 2006, S. 359; Wirtz 2000, S. 239)[4]:

---

[3] Der Begriff der Sitzung (engl.: session) bezeichnet hier eine Folge von Interaktionen zwischen zwei Systemen, die einen gemeinsamen, über eine ID adressierbaren, Zustand haben (vgl. Ruef 2010).

[4] Weitere exemplarische Internetdienste sind DNS, Usenet, IRC, Gopher, Finger und Telnet/SSH.

World Wide Web: Das WWW basiert auf der HyperText-Technologie (vgl. Stickel 1997a, S. 768), bei der Dokumente im speziellen HTML/XHTML-Format miteinander und mit weiteren Ressourcen (z. B. Grafiken, Videos) verknüpft werden (vgl. Schiffer/Templ 2006, S. 1090). Zur Nutzung des WWW ist eine Clientsoftware, ein so genannter Webbrowser (z. B. Microsoft Internet Explorer, Mozilla Firefox) erforderlich, der das HyperText Transfer Protocol (HTTP) beherrscht (vgl. Kerschbaumer 1998, S. 18).

Electronic Mail: Bei eMail werden Nachrichten anlog zur herkömmlichen Briefpost unter Verwendung von Rechnernetzen ausgeliefert. Es ist also eine asynchrone Kommunikation zwischen zwei oder mehreren Nutzern unabhängig von Raum und Zeit möglich (vgl. Stickel 1997, S. 223). Zur Nutzung ist ein eMail-Client notwendig, der zum Versenden von eMails das Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) und zum Abholen das Post Office Protocol (POP) oder das Internet Message Access Protocol (IMAP) beherrscht (vgl. Schiffer/Templ 2006, S. 1089).

Electronic Filetransfer: Ziel des Electronic Filetransfer ist die Übertragung von beliebigen Dateien zwischen zwei Computern (vgl. Kerschbaumer 1998, S. 15). Wichtigstes Protokoll dafür ist das File Transfer Protocol (FTP), andere (verschlüsselte) Dateiübertragungsprotokoll sind z. B. Secure Copy (SCP) oder das SSH File Transfer Protocol (SFTP, vgl. UC 2009).

Zur Realisierung dieser Dienste existieren rund 500 Internetprotokolle, die auf dem IP-Protokoll basieren.

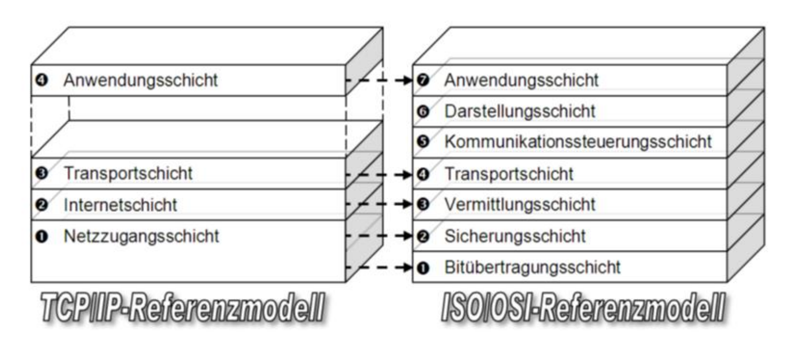


Abbildung 6: Gegenüberstellung von TCP/IP- und ISO/OSI-Referenzmodell[5]

[5] Nach: Tanenbaum 2003, S. 5, Hunt 1995, S. 9 und Steinmetz/Mühlhäuser/Welzl 2006, S. 433ff.

Um die Aufgabentrennung zwischen den Protokollen zu visualisieren, verwendet man das in Abbildung 6 dargestellte TCP/IP-Referenzmodell, dessen Grundzüge in das später entstandene, detailliertere ISO/OSI-Referenzmodell eingeflossen sind (vgl. Stickel 1997a, S. 702f). Die vier Stufen des Modells sind (vgl. Hunt 1995, S. 11ff; Black 1995, S. 10ff):

> *Netzzugangsschicht:* Die unterste Schicht des Referenzmodells sorgt für die Übertragung von Daten zwischen Geräten in einem Netzwerk. Mögliche Protokolle sind beispielsweise Ethernet, WLAN oder Token Ring.
>
> *Internetschicht (auch: Verbindungsschicht):* Auf dieser Ebene wird die kleinste Datenübertragungseinheit, das Datagram, definiert. Ebenfalls hier finden sich Adressierungs- und Routingmechanismen. Die Internetschicht wird durch das Internet Protocol, hauptsächlich in den Versionen IPv4 (32-Bit-Adressen) und IPv6 (128-Bit-Adressen) realisiert (vgl. Liu et al. 1994, S. 8ff).
>
> *Transportschicht:* Wichtigstes Protokoll der Transportschicht ist das Transmission Control Protocol (TCP) welches eine Ende-zu-Ende-Verbindung zwischen zwei Endgeräten und somit die fehlerfreie Datenübertragung durch Fehlererkennung und -korrektur ermöglicht (vgl. Mocker/Mocker 1997, S. 43). Alternativ steht ebenfalls das verbindungslose User Datagram Protocol (UDP, vgl. Tanenbaum 2003, S. 5) zur Verfügung.
>
> *Anwendungsschicht:* Auf der obersten Schicht befinden sich diejenigen Protokolle, die die Transportschicht zur Datenübertragung nutzen und gleichzeitig Dienste anbieten, die der Benutzer[6] direkt oder mit einem Clientprogramm nutzen kann (vgl. Hunt 1995, S. 23). Es existiert eine große Menge an Protokollen, die stetig wächst. Bekannte Beispiele für Protokolle auf der Anwendungsschicht sind HTTP (für das WWW), FTP (zur Dateiübertragung), SMTP, POP3, IMAP (für E-Mail), Telnet, SSH (für entfernte Administration von Computern), DNS (Zuordnung von IP-Adressen zu Domains) und SNMP (zur Administration von Netzwerkkomponenten).

2.1.3 Einordnung in den Forschungskontext

Will man das Thema „Mobiles Internet" in den Forschungskontext einordnen, so findet sich vor allem ein Forschungsbereich, der sehr ähnlich ist: Der des „Mobile

6 Den üblichen Konventionen in der Wirtschaftsinformatik folgend, wird in dieser Arbeit zur Verbesserung der Lesbarkeit durchgängig das generische Maskulinum verwendet – auch wenn dieses dazu führt, dass Frauen gedanklich weniger inkludiert werden (vgl. Stahlberg/Sczesny 2001, S. 138f.). Gemeint sind hierbei jedoch stets Personen jeglichen Geschlechts.

Computing". Mobile Computing ist ein Oberbegriff für alle Arbeiten, die mit einem mobilen Computer ausgeführt werden können. Mobile Computer sind dabei definiert als „nicht-ortsfeste Knoten in einem Rechnernetz" (Pree 2006, S. 1135). Mobiles Internet ist somit eine Spezialform des Mobile Computing, bei der man vorrangig mit Mobiltelefonen, Smartphones und PDAs arbeitet. Diese stellen dabei nicht-ortsfeste Knoten in einem speziellen Rechnernetz, dem Internet, dar. Deshalb wird dieser Forschungsbereich im Nachfolgenden geschildert.

Die Entstehung des Forschungsfelds „Mobile Computing" lässt sich auf die frühen 1990er Jahre datieren. Sie wurde parallel zum Entstehen von Notebooks und der Möglichkeit, diese über drahtlose Netzwerktechniken anzubinden, vollzogen (vgl. Samulowitz 2002, S. 16). Mobile Computing stellt vor allem eine Erweiterung des Forschungsfelds „Verteilte Systeme" dar. Ein verteiltes System ist „ein Zusammenschluss unabhängiger Computer, welches sich für den Benutzer als ein einzelnes System präsentiert" (Seitz 2005, S. 14). Die Fragestellungen dazu leiten sich dabei vor allem aus der physikalischen Verbindung der Rechner, dem Ablauf der Kommunikation unter ihnen und der Sicherheit der Verbindung ab, aber auch verteiltes Rechnen gehört zu diesem Forschungsbereich.

Bei einem verteilten System im klassischen Sinn befinden sich die Computer an geografisch festen Orten und sind über Kabel miteinander verbunden. Beim Mobile Computing werden diesem Szenario mobile Computer mit drahtloser Netzwerkanbindung hinzugefügt. Daraus ergeben sich weitere Herausforderungen, die im Forschungsfeld des Mobile Computing untersucht werden. Wichtige Themengebiete des Forschungsfelds Mobile Computing sind (vgl. Satyanarayanan 2001, S. 11): Mobile Netzwerke, Informationszugriff, Adaptive Anwendungen, Energieeffizienz und Ortsabhängigkeit.

Der Bereich „*Mobile Netzwerke*" umfasst dabei vor allem Fragestellungen wie Ad-hoc-Netzwerke, Mobilität zwischen Netzwerken (z. B. „Mobile IP") oder die Anpassung von gängigen Netzwerkprotokollen wie dem Transmission Control Protocol (TCP) an die Gegebenheiten von Funknetzen. Unter „*Informationszugriff*" werden Techniken wie bandbreitenorientierter Informationszugriff, Arbeiten bei getrennter Netzwerkverbindung und Konsistenzprüfung von Daten betrachtet. *Adaptive Anwendungen* passen ihr Ressourcenmanagement an die technische Umgebung an oder nutzen Proxy-Server, um zu verwendende Daten an die aktuelle Netzwerkverbindung, Hardware und Software anzupassen (vgl. Fox 1996, S. 160). Unter „*Energieeffizienz*" werden Methoden zusammengefasst, um eine vorgegebene Leistung mit möglichst wenig Energie zu erreichen, was bei mobilen Computern ein wichtiges Ziel ist. Dazu gehört die Möglichkeit, Programmabläufe an den Energievorrat anzupassen (vgl. Flinn/Satyanarayanan 1999, S. 48) und ggf. Prozessorleistung und Speicherverbrauch zu reduzieren. Bei der „*Ortsabhängigkeit*" sind Ortungsverfahren wie Satellitenortung oder Triangulationsverfahren in zellularen Netzen gefragt, ebenso wie die Berücksichtigung der aktuellen geografischen Position durch Anwendungen (vgl. Schilit/Adams/Want 1994, S. 85).

Mobile Computing ist aber nicht nur eine Erweiterung eines Forschungsfelds sondern gleichsam eine wichtige Grundlage für ein Weiteres: das Forschungsfeld des „Ubiquitous Computing“. Ubiquitous Computing ist definiert als die „direkte oder indirekte Nutzung computerbasierter Anwendungssysteme in möglichst vielen Situationen (z. B. Orte, Zeiten, Tätigkeiten) eines Benutzers“ (Fahrmair 2005, S. 5). Dieses Forschungsfeld zielt also stark auf die Allgegenwart von Computern ab, die effektiv für den Benutzer unsichtbar werden sollen (vgl. Weiser 1993, S. 71).

Die Einordnung von Mobile Computing in den Forschungskontext visualisiert Abbildung 7, sie stellt es als Erweiterung des Forschungsfelds „Verteilte Systeme“ und als Untermenge des Forschungsfelds „Ubiquitous Computing“ dar. Die Einordnung ist dabei nicht vollständig trennscharf, da Elemente des Ubiquitous Computing wie die Erzeugung von Smart Spaces durch beispielsweise eine Markierung mit NFC-Tags oder die Kontextadaption, verstanden als „eine explizite Anpassung des beobachtbaren Verhaltens oder des inneren Zustands eines Systems an seinen Kontext“ (Fahrmair 2005, S. 265), auch im Mobile Computing und vor allem im mobilen Internet eine wichtige Rolle spielen.

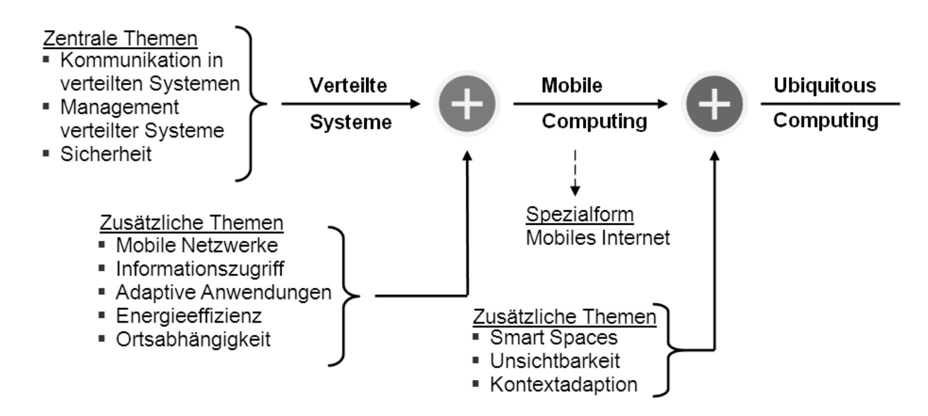


Abbildung 7: Einordung von Mobile Computing im Forschungskontext[7]

Kontextadaption ist eine Erweiterung des im Mobile Computing untersuchten Bereichs „Adaptive Anwendungen“, bei dem nicht nur die Anwendung sondern auch der Inhalt an die Umgebung angepasst werden. Dies ist insbesondere aufgrund zentralen Beschränkungen bei mobilen Endgeräten nötig: Gering dimensionierte Bildschirme, wenig Rechenleistung und unbequeme Bedienung im Vergleich zu stationären Computern (vgl. Kaspar/Diekmann/Hagenhoff 2007, S. 124).

---

[7] Nach: Satyanarayanan 2001, S. 11 und Samulowitz 2002, S. 12.

Beim Mobile Computing handelt es sich nicht um ein besonders junges Forschungsfeld. Forschungsergebnisse zum Mobile Computing haben mittlerweile Anwendung in der Industrie gefunden und mobiles Rechnen ist in vielen Lebensbereichen weit verbreitet. Die schnelle Verbreitung von Mobile Computing ist vor allem Verbesserungen im Bereich der Hardware, Software und Kommunikationsnetze zu verdanken. Einen Überblick über diese Entwicklungen gibt Tabelle 1.

Tabelle 1: Mobile Computing begünstigende Entwicklungen[8]

Preisverfall bei und Weiterentwicklung von Hardware	Das Moore'sche Gesetz (vgl. Moore 1965, S. 114) vom exponentiellen Wachstum der Leistung von Mikroprozessoren gilt immer noch, was an fallenden Preisen und höherer Leistungsfähigkeit bei Mikroprozessoren zu beobachten ist.
Weiterentwicklung von Software	Es wird vermehrt spezielle Software für mobile Anwendungen entwickelt (z. B. vermöge der Java Micro Edition oder explizit für bestimmte mobile Betriebssysteme).
Sinkender Energieverbrauch von Hardware	Bei gleich bleibender Leistung und Funktionalität von Mikroprozessoren sinkt der Energieverbrauch.
Preisverfall bei Telekommunikationsdienstleistungen	Prognosen zufolge verdreifacht sich die Bandbreite der Kommunikationsnetzwerke alle zwölf Monate.
Standards	Standards mit breiter Akzeptanz wie XML[9] begünstigen die Entwicklung von Mobile Computing.

8 Nach: Diekmann/Hagenhoff 2003, S. 1.

9 XML steht für Extensible Markup Language und bezeichnet einen W3C-Standard zur Dokumentenauszeichnung (vgl. Harold/Means 2005, S. 3).

2.1.4 Komponenten des mobilen Internets

Um Internetdienste und -protokolle mobil nutzen zu können, sind mehrere Komponenten nötig, die sich in einer Schichtenarchitektur darstellen lassen. Diese ist in Abbildung 8 visualisiert.

Anwendungssoftware für mobile Endgeräte
z. B. Webbrowser, Mailclient, Java MIDlet

Betriebssysteme für mobile Endgeräte
z. B. Symbian OS, Windows Phone, Android, BlackBerry OS, iOS

Mobile Endgeräte
z. B. Mobiltelefon, Smartphone, PDA, Notebook, Subnotebook, Tablet PC

Kommunikationstechnologien für mobile Endgeräte
z. B. GSM, GPRS, UMTS, LTE, Bluetooth, WLAN

Abbildung 8: Schichtenarchitektur für mobile Dienste[10]

Diese Komponenten, bestehend aus Funktechnologien, Hardware und Software, werden in den nachfolgenden Abschnitten erläutert.

2.1.4.1 Mobile Kommunikationstechnologien

Die unterste Schicht der aufgezeigten Schichtenarchitektur wird durch die mobilen Kommunikationstechnologien[11] realisiert. Sie sorgen für die Verbindung von mobilen Endgeräten untereinander bzw. für die Anbindung an Rechnernetze wie das Internet. Mobile Kommunikationstechniken lassen sich auf verschiedene Arten charakterisieren. Häufig findet sich eine Einteilung nach der Reichweite der Technologie in Weitverkehrsnetze (flächendeckende zellulare Systeme, nahezu ubiquitär verfügbar), lokale Netze (einzelne, unvernetzte Funkzellen mit begrenzter Reichweite) und Piconetze (Kleinstnetze mit minimaler Reichweite, vgl. Baumgarten 2002, S. 110; Eckert 2003, S. 91ff). Auch eine Unterteilung anhand der maximal verfügbaren Bandbreite zur Übertragung von Daten (vgl. Pham 2002,

---

10 Angelehnt an Baumgarten 2002, S. 108ff.

11 In Wissenschaft und Praxis haben sich Begriffe wie „mobile Kommunikationstechnologien", „mobile Anwendungen" und „mobile Betriebssysteme" ausgeprägt. Diese Terminologie ist insofern irreführend, als dass diese Technologien und Softwarekomponenten an sich gar nicht mobil sind, sondern nur von Nutzern mobil verwendet werden. Aufgrund der hohen Verbreitung dieser Begriffe werden sie aber im Verlauf der Arbeit dennoch genutzt.

S. 4ff) ist aufgrund der hohen Relevanz für die Umsetzbarkeit mobiler Anwendungen sinnvoll. Stellt man die mobile Nutzung in den Vordergrund, so lassen sich die Möglichkeiten, ein mobiles Endgerät an ein Netzwerk anzuschließen, in drei Kategorien unterteilen (vgl. WiMAX-Forum 2005, S. 17):

> *Nomadischer Netzzugang* (drahtlos oder per Kabel): Das Gerät ist für die Dauer des Netzwerkszugriffs stationär, während der Bewegung existiert keine Verbindung. Handover-Funktionalität, also der automatische Wechsel zu einer anderen Netzwerkbasisstation, ist nicht erforderlich.
>
> *Portabler Netzzugang* (drahtlos): Das Gerät hält eine Datenverbindung aufrecht, während der Nutzer sich mit Schrittgeschwindigkeit bewegt. Es existiert eine einfache Handover-Funktionalität, bei der Unterbrechungen kurzzeitig auftreten können.
>
> *Mobiler Netzzugang* (drahtlos): Während der Nutzer sich mit Fahrzeuggeschwindigkeit bewegt, hält das Gerät eine Datenverbindung aufrecht. Volle Handover-Funktionalität ist vorhanden.

Für *nomadischen Netzzugang* kommen kabelgebundene Netzwerktechnologien wie Ethernet (IEEE 802.3) und PC-Direktverbindungen über FireWire (IEEE 1394) oder den Universal Serial Bus (USB) genauso in Frage, wie drahtlose Technologien wie z. B. Wireless LAN (WLAN, IEEE 802.11), WiMAX (IEEE 802.16-2004) oder Bluetooth (IEEE 802.15, vgl. Pham 2002, S. 4ff).

Portabler und mobiler Internetzugang wird in der Regel über zellulare Netze wie das Global System for Mobile Communications (GSM, vgl. Michelsen/Schaale 2002, S. 30ff), Universal Mobile Telecommunications System (UMTS, vgl. Eckert 2003, S. 92f), 3GPP Long Term Evolution (LTE, vgl. Ekström et al. 2006, S. 39) oder das auf dem „Code Division Multiple Access"-Verfahren basierende CDMA2000 (vgl. Lehner 2003, S. 75) und ihre Erweiterungen für Datenverkehr wie das General Packet Radio Service (GPRS), High Speed Circuit Switched Data (HSCSD), High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) oder Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE) abgewickelt (vgl. Lehner 2003, S. 27ff). In Konkurrenz dazu stehen WiMAX (IEEE 802.16e) und satellitenbasierte Datenübertragungstechnologien.

2.1.4.2 Mobile Endgeräte

In der Schicht der mobilen Endgeräte sind jene Hardware-Komponenten zusammengefasst, die der Benutzer zur Nutzung des mobilen Internets direkt bedient. Es sind somit mobile Computer, welche man auch als „nicht-ortsfeste Knoten in einem Rechnernetz" (Pree 2006, S. 1135) definieren kann.

Als Endgerät im Sinne des mobilen Internets und somit des Mobile Computing[12] kommen alle Maschinen zur elektronischen Datenverarbeitung in Frage, die zwei Kriterien erfüllen: Sie müssen mobil sein, ihr geografischer Standort muss sich also (ohne größeren Aufwand) verändern lassen und sie müssen an ein Rechnernetz angeschlossen werden können. Die genannten Bedingungen erfüllen mittlerweile viele Geräte: von Kleincomputern wie z. B. MP3-Playern über Mobiltelefone, Personal Digital Assistants (PDA), Tablet PCs bis hin zu Notebooks. Auf dem Markt mobiler Endgeräte ist zunehmend eine funktionale Konvergenz zu beobachten, bei der verschiedene Endgeräte wie Mobiltelefone, PDA, MP3-Player und Kameras zu einem Endgerät, oft als Smartphone bezeichnet, verschmelzen (vgl. Hess/Rauscher 2006, S. 4f).

2.1.4.3 Mobile Betriebssysteme

Ebenso wie bei stationären Rechnern ist es auch bei mobilen Endgeräten sinnvoll, grundlegende Funktionen eines Computers in einer basalen Anwendung, dem Betriebssystem, zu realisieren. Aufgaben dieser Anwendung sind unter anderem die Koordination und Zuteilung von Betriebsmitteln (Prozessor, Hauptspeicher, Peripheriegeräte), Bereitstellung von Schnittstellen für den Benutzer (GUI) und Anwendungsprogramme (API), das Verbergen technischer Einzelheiten (Abstraktion) und die Dateiverwaltung (vgl. Mertens et al. 2010, S. 18f; Borrmann 2006, S. 664).

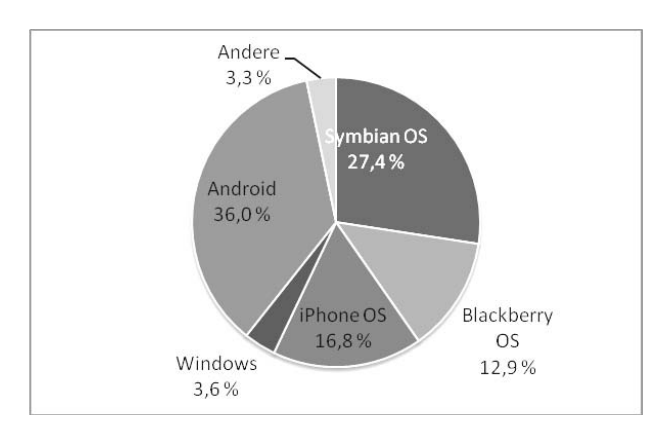


Abbildung 9: Marktanteile mobiler Betriebssysteme bei Smartphones[13]

[12] Vgl. die Definitionen des mobilen Internets und des Mobile Computings in den Abschnitten 2.1 und 2.1.3.

[13] Marktanteile am Absatz von Smartphones weltweit im 1. Quartal 2011 nach Betriebssystem (DESTATIS 2011).

Für mobile Endgeräte existiert eine Vielzahl von Betriebssystemen die bei verschiedenen Endgeräteklassen unterschiedlich hohe Marktanteile aufweisen. Ein Beispiel für die Verteilung von Marktanteilen zeigt Abbildung 9 anhand des Weltmarkts für Smartphones auf.

Da auf Notebooks in der Regel dieselben Betriebssysteme wie auf stationären Computern zu finden sind, werden diese im Nachfolgenden nicht betrachtet. Mobile Betriebssysteme lassen sich nach der Gebundenheit an Gerätehersteller klassifizieren. Dies stellt Abbildung 10 dar. Geräteherstellerabhängige Betriebssysteme sind nur auf den Endgeräten der jeweiligen Hersteller verfügbar. Sie werden von Geräteherstellern, reinen Softwarefirmen oder Kooperationen produziert, stehen dann aber für verschiedene Endgeräte zur Verfügung. Diese Klasse an mobilen Betriebssystemen unterteilt sich weiter anhand der Frage, ob der Quellcode frei verfügbar ist (quelloffenes Betriebssystem) oder nur dem Betriebssystemhersteller zur Verfügung steht (proprietäres Betriebssystem). Zur Erläuterung werden die Kategorien aus Abbildung 10 anhand der am meisten genutzten Betriebssysteme im Smartphonemarkt (vgl. Abbildung 9) sowie verwandter Systeme konkretisiert.

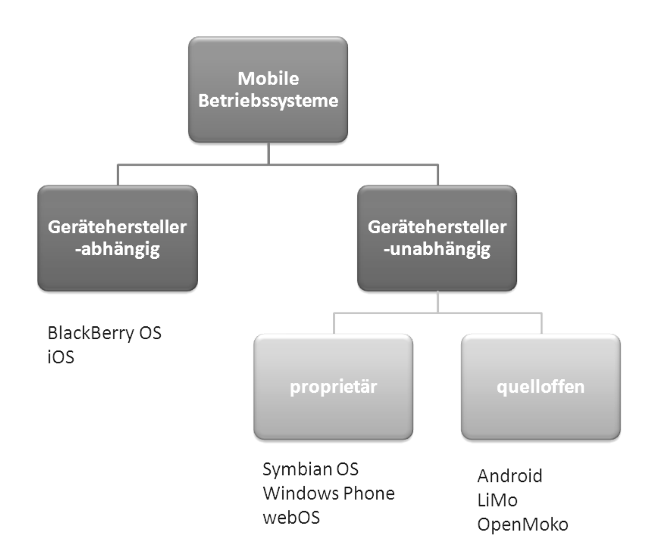


Abbildung 10: Taxonomie mobiler Betriebssysteme

Geräteherstellerabhängig: iOS, BlackBerry OS

Das Apple *iOS* (ehemals: iPhone OS) ist eine Abwandlung von Apples Mac OS X für mobile Endgeräte. Es wurde im Juni 2007 auf der Mac Expo vorgestellt (vgl. Kremp 2007). Das Betriebssystem ist herstellerabhängig und wird nur von Apple auf seinen iPhones, iPads und iPod-touch-MP3-Playern verwendet (vgl. Bachfeld 2009). Für die Anwendungsentwicklung auf iPhones gibt es zwei Möglichkeiten:

Zum Einen können Anwendungen in Objective-C[14] programmiert sein, dann werden sie über die Software iTunes und den Apple AppStore lokal auf dem Endgerät installiert (vgl. Apple 2010a). Andererseits können Anwendungen auch als spezielle Webanwendungen im mitgelieferten Apple Safari-Webbrowser laufen (vgl. Mossberg/Boehret 2007, Apple 2010b, Apple 2011a).

Das von Research in Motion (RIM) hergestellte Betriebssystem *BlackBerry OS* ist proprietär und wurde speziell für die BlackBerry-Geräteserie entwickelt, die durch ihre Push-Mail-Funktionalität weite Verbreitung – insbesondere im Geschäftsumfeld – gefunden hat (vgl. INAR 2007). Anwendungen, die auf dem Endgerät laufen sollen, müssen in Java programmiert und signiert werden (vgl. RIM 2011c). Mittlerweile besteht jedoch auch die Möglichkeit, Anwendungen mit Webtechnologien zu entwickeln. RIM adressiert zudem nicht mehr nur Geschäfts-, sondern auch Privatkunden (vgl. Hülsbömer 2008).

Geräteherstellerunabhängig, proprietär: Symbian OS, Windows Phone, webOS/Palm OS
Microsoft begann im Jahr 1995 ein Betriebssystem für mobile Endgeräte zu entwickeln: Windows CE (vgl. Pham 2002, S. 30). Die Software trägt mittlerweile den Namen *Windows Phone*, ist proprietär und wird von vielen Endgeräteherstellern wie Hewlett-Packard, Fujitsu-Siemens, Asus oder HTC lizensiert (vgl. INAR 2007). Anwendungen für Windows Phone werden mit Hilfe der .NET-Plattform entwickelt. Diese ist grundsätzlich sprachneutral, Microsoft selbst liefert die Möglichkeit, Anwendungen in C#, C++ und Visual Basic zu verfassen.

Um einer Dominanz von Microsoft bei mobilen Endgeräten zu entgehen, gründeten Mobiltelefonhersteller (unter anderem Nokia, Ericsson, Motorola und Toshiba) 1998 zusammen mit Psion ein Joint Venture (vgl. Michelsen/Schaale 2002, S. 59). Ziel war die Entwicklung eines Betriebssystem auf Basis von Psions EPOC: *Symbian OS* (vgl. Pham 2002, S. 29). Symbian ist ebenfalls proprietär, wird von führenden Herstellern lizensiert und war unter anderem deshalb das am weitesten verbreitete mobile Betriebssystem (vgl. Symbian 2007). Anwendungen auf Symbian-Geräten werden in C++, Java, Flash Lite, OPL[15] oder Python verfasst (vgl. König 2007). In 2011 verkündete Nokia, in Zukunft Windows Phone von Microsoft auf seinen Smartphones einsetzen zu wollen (vgl. Microsoft 2011).

Eines der ersten mobilen Betriebssysteme ist *Palm OS* von Palm Computing (vgl. Handhirn 2011). Das System wurde zunächst nur auf eigenen PDAs zum Einsatz gebracht, später jedoch auch von Firmen wie Handspring oder Qualcomm lizensiert (vgl. Pham 2002, S. 30). Das Nachfolgebetriebssystem mit dem Namen *webOS* wurde im Januar 2009 vorgestellt (vgl. Nexave 2009). Das besondere daran ist, dass Anwendungen ausschließlich in HTML, CSS und JavaScript

[14] Objective-C (kurz: ObjC) ist eine objektorientierte Programmiersprache die durch Erweiterung der Sprache C entstanden ist. Sie wird in allen Mac OS X-Derivaten genutzt, so auch auf dem iPhone (vgl. Apple 2009).

[15] Die Open Programming Language (OPL) ist eine speziell für Symbian OS entwickelte, interpretierte Programmiersprache, die BASIC ähnlich ist (vgl. Sourceforge 2009).

entwickelt werden und in einem selbst entwickelten, auf WebKit[16] basierenden, Webbrowser ablaufen (vgl. HP 2011, Allen 2009). Anwendungen für webOS können aus dem webOS App Catalog bezogen werden, dieser enthält jedoch bisher vergleichsweise wenige Anwendungen. In 2010 übernahm Hewlett-Packard Palm, seitdem wird das System offiziell als HP webOS bezeichnet (vgl. Siegler 2010).

Geräteherstellerunabhängig, quelloffen: Android, LiMo
Als quelloffene, geräteherstellerunabhängige Betriebssysteme stehen mehrere Derivate des von stationären Computern bekannten Systems Linux zur Verfügung. Linux wurde 1991 von Linus Torvalds entworfen und wird mittlerweile von Unternehmen, Non-Profit-Organisationen und Privatpersonen weltweit weiterentwickelt (vgl. Holz/Schmitt/Tikart 2001, S. 23f). Der Quellcode ist frei verfügbar und kann jederzeit geprüft und geändert werden. Jeder Endgerätehersteller kann das System an seine Bedürfnisse anpassen und ohne Lizenzierung verwenden. Es existieren viele parallele Versuche, Linux auf mobilen Endgeräten stärker zur verbreiten (vgl. Vaske 2007); die wichtigsten mobilen Linux-Versionen, Android und LiMo, werden von Unternehmensnetzwerken entwickelt, um möglichst schnell ein marktreifes und weit verbreitetes System zu erzielen.

Android wird von der Open Handset Alliance entwickelt, der Unternehmen wie Google, eBay, HTC, T-Mobile, NTT DoCoMo, Motorola und Texas Instruments angehören (vgl. OHA 2011). Mit der Bekanntgabe der Netzwerkgründung im November 2007 wurde ebenfalls ein Emulator für das komplette Betriebssystem zur Verfügung gestellt. Android ist von Grund auf offen konzipiert und unterscheidet nicht zwischen Systemprogrammen und Anwendungsprogrammen, daher können alle Programmierer die vollen Systemfunktionalitäten ausschöpfen (vgl. OHA 2011a).

Die LiMo Foundation wurde Anfang 2007 von Firmen wie Motorola, NTT DoCoMo, NEC, Samsung, Panasonic, Vodafone und Orange gegründet (vgl. LiMo 2008). *LiMo* soll proprietär entwickelte Software mit Open-Source-Software zusammenführen und so Kosten und Zeit der Markteinführung neuer mobile Endgeräte reduzieren. Erste Endgeräte mit LiMo wurden Anfang 2008 präsentiert (vgl. ebd.).

Das erste Linux-Betriebssystem, welches auf einem mobilen Endgeräte für Endanwender erwerbbar war, war im Jahr 2008 das System *OpenMoko* von der gleichnamigen Herstellerfirma (vgl. Dölle 2008). Als Entwicklungszweig einer bestehenden Linuxdistribution ist *Ubuntu Mobile Edition* zu sehen, welcher ebenfalls in 2008 freigegeben worden ist (vgl. Kleijn 2008).

---

[16] WebKit ist eine Open-Source-Rendering-Engine für Webbrowser. Browser die darauf basieren sind z. B. Apple Safari, Google Chrome, sowie die mobilen Browsern der Betriebssysteme Android, OpenMoko, webOS und der Nokia S60-Serie (vgl. Firtman 2010, S. 44; WebKit 2011a, WebKit 2011).

2.1.4.4 Mobile Anwendungen

Eine Anwendungssoftware ist ein in einer Programmiersprache verfasstes Computerprogramm, welches auf einem Rechner ausführbar und anwendernah ist (vgl. Mertens et al. 2010, S. 22).

Tabelle 2: Definitionen des Begriffs „Mobile Anwendung“

„A mobile application – or app – is software designed to run on a smartphone or other mobile device.“	Sulivan 2010, S. 6
„We define mobile application as a use of mobile technology by an end-user for particular purpose (…).“	Nickerson et al. 2009, S. 6
„Kleine Programme für mobile Endgeräte, die online und offline genutzt werden.“	Elfers 2010, S. 17
„Software or content that consumers download or find pre-installed on their mobile phone and then resides on their phone.“	MMA 2008
Mobile Anwendung ist ein allgemeiner Begriff, „da er vom Zweck der Anwendung (...) völlig abstrahiert und lediglich die Eigenschaft eines computergestützten Systems meint, drahtlos mit anderen Systemen zu kommunizieren.“	Lehner 2003, S. 5

Es dient der Lösung einer bestimmten Aufgabe und muss im mobilen Bereich in der Lage sein, drahtlos mit anderen Computersystemen zu kommunizieren (vgl. Lehner 2003, S. 5) und auf einem mobilen Endgerät genutzt werden können. Verschiedene Definitionen für den Begriff „Mobile Anwendung“ zeigt Tabelle 2.

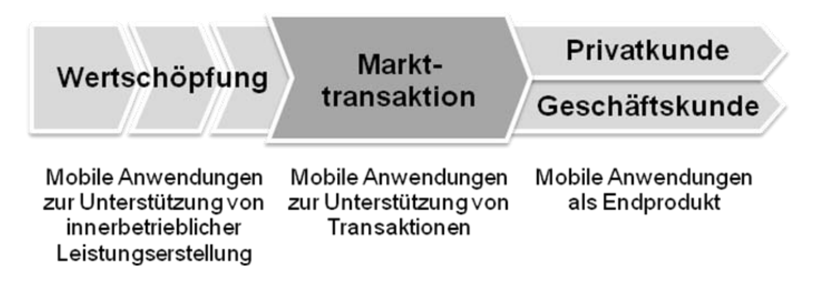


Abbildung 11: Einsatzgebiete mobiler Anwendungssoftware aus betriebswirtschaftlicher Sicht[17]

[17] Nach: Hess et al. 2005, S. 9.

Mobile Anwendungssoftware lässt sich aus betriebswirtschaftlicher Sicht in drei Kategorien einordnen: Sie kann für die innerbetriebliche Leistungserstellung bestimmt sein, Markttransaktionen unterstützen oder selbst Endprodukt sein (vgl. Abbildung 11).

Anwendungssoftware kann dabei entweder ein Endprodukt für einen Kunden sein (B2C, z. B. ein Spiel für ein Mobiltelefon) oder wiederum in einem anderen Unternehmen der innerbetrieblichen Leistungserstellung oder für Markttransaktionen dienen (B2B, z. B. mobiler Zugriff auf Kundendaten). Anwendungssoftware, welche auf mobilen Endgeräten ausgeführt wird, hat einige Vorteile, welche sich insbesondere aus den Eigenschaften der Endgeräte ergeben. Diese sind in Tabelle 3 abgetragen.

Tabelle 3: Charakteristische Eigenschaften mobiler Endgeräte[18]

Ortsunabhängigkeit	Mobile Endgeräte können unabhängig vom geographischen Standort verwendet werden.
Vertrautheit	Mobiltelefone sind einfach zu bedienen und durch ihre weite Verbreitung stellen sie für viele Nutzer ein gewohntes Werkzeug dar.
Erreichbarkeit	Nutzer sind jederzeit erreichbar und können z. B. über Push-Mail, SMS/MMS oder Anrufe angesprochen werden.
Sofortige Verfügbarkeit	In der Regel bleiben mobile Endgeräte dauerhaft eingeschaltet und sind somit ad-hoc nutzbar.
Personalisierbarkeit	Mobile Endgeräte werden zumeist nur von einer Person verwendet. Personen sind damit exakt identifiziert und können gezielt angesprochen werden.
Identifizierbarkeit	Durch die Verwendung von Subscriber-Identification-Modulen (SIM) können Transaktionen einer real existierenden Person zweifelsfrei zugeordnet werden. Dadurch ergibt sich eine hohe Sicherheit.

Aufgrund dieser Eigenschaften eignet sich mobile Anwendungssoftware für vielfältige Aufgaben, von an den Aufenthaltsort des Benutzers angepassten Diensten (Location-based Services, LBS; vgl. Christmann/Tornack/Schumann 2012), über die Beschleunigung von Geschäftsprozessen (vgl. Eckert 2003, S. 99f) bis zum mobilen Bezahlen (vgl. Eisenmann/Linck/Pousttchi 2004, S. 51).

[18] Nach: Lehner 2003, S. 10ff.

2.1.4.5 Mobile Webbrowser

Ein mobiler Webbrowser ist eine mobile Anwendung (vgl. Abschnitt 2.1.4.4), die (X)HTML-basierten Inhalt anzeigen kann (vgl. Miller/Vandome/McBrewster 2009). Er kann nach Eingabe einer URL referenzierten HyperText[19] und zugehörige Multimedia-Inhalte mittels des HTTP-Protokolls herunterladen und darstellen. Mobile Webbrowser dienen damit der Nutzung des World Wide Web auf mobilen Endgeräten (vgl. Klau 1995, S. 275). Abbildung 12 zeigt den idealtypischen Aufbau eines Webbrowsers.

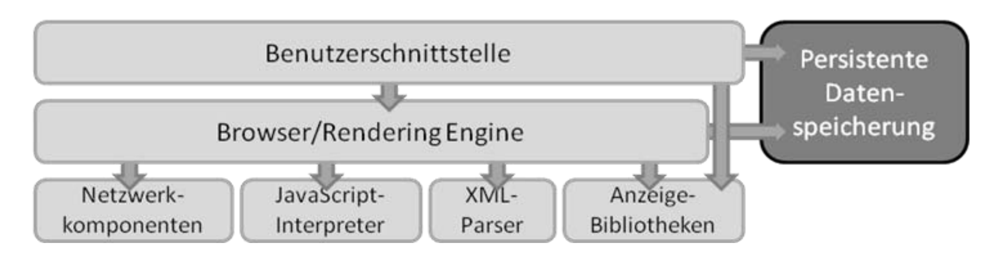


Abbildung 12: Webbrowser-Referenzarchitektur[20]

Eine zentrale Komponente in Webbrowsern ist die so genannte Rendering oder Browser Engine, die die Darstellung von (X)HTML-basiertem Inhalt in Kombination mit Cascading Style Sheets (CSS) vornimmt. Hierfür existieren sowohl proprietäre Rendering Engines, die nur in den Webbrowsern eines Herstellers verwendet werden (z. B. Microsofts Trident/MSHTML oder Operas Presto, vgl. Microsoft 2011a, Lawson 2008) sowie Open Source-Engines (wie z. B. Mozillas Gecko oder das auf KHTML basierende WebKit, vgl. Mozilla 2011, WebKit 2011a). Webbrowser mit derselben Rendering Engine stellen Webseiten identisch dar.

Die Fähigkeiten von Webbrowsern im stationären Internet können in der Regel über Plugins (zur Anzeige weiterer Medientypen oder zur Anpassung der Benutzerschnittstelle) erweitert werden (vgl. Williams/Tollett 2004). Im mobilen Internet ist dies dagegen in der Regel nicht möglich. Webbrowser sind, im Gegensatz zur ursprünglich Vorstellung des WWW-Erfinders Tim Berners-Lee, mittlerweile mehr als nur Anzeigeprogramme für HyperText: Durch ihre i. d. R. native Unterstützung der Skriptsprache JavaScript[21] stellen sie eine weit verbreitete Laufzeitumgebung für Anwendungen dar (vgl. Taivalsaari et al. 2008). Die wichtigsten mobilen Webbrowser und ihre Rendering Engines zeigt Tabelle 4.

---

19 Unter HyperText werden Dokumente verstanden, in denen Inhalte (Wörter, Bilder) mit verwandten Dokumenten über so genannte Hyperlinks verknüpft sind (vgl. Stein 1997, S. 7).

20 Vgl. Grosskurth/Godfrey 2005, S. 662.

21 Auch als ECMA-Script bezeichnet.

Auch wenn vielfältige mobile Webbrowser existieren, so kann man feststellen, dass mit der Rendering Engine die Kernkomponente in vielen Webbrowsern identisch ist. Die vier wichtigsten mobilen Betriebssysteme (vgl. Abschnitt 2.1.4.3) setzen in ihren Standardbrowsern auf die Rendering Engine WebKit (vgl. Braun 2008, S. 136ff.). Weitere Informationen zur Leistungsfähigkeit mobiler Webbrowser finden sich bei Voigts, Christmann und Hagenhoff (2011).

Tabelle 4: Mobile Webbrowser[22]

Hersteller	Webbrowserbezeichnung	Anteil am Datenverkehr	Rendering Engine
Opera	Opera Mobile / Opera Mini	22,2 %[23]	Presto
Google	Android-Browser	17,9 %	WebKit
Nokia	Series 40/Series 60 web browser	17,1 %	WebKit
Apple	Safari	15,1 %	WebKit
RIM	BlackBerry-Browser	12,4 %	WebKit

2.2 Business-to-Business-Markt

Die vorliegende Arbeit betrachtet die speziellen Einsatzpotentiale des mobilen Internets im Unternehmenskontext und somit im Business-to-Business-Bereich. Aus diesem Grund werden im Nachfolgenden der Begriff B2B erläutert, der Business-to-Business-Markt abgegrenzt und die Besonderheiten des Marktes dargestellt.

2.2.1 Begriffsdefinition

Die in der Wirtschaftswelt häufig gebrauchte Abkürzung B2B bedarf auf den ersten Blick keiner Definition, da sie intuitiv und eingängig ist. Business-to-Business charakterisiert oberflächlich betrachtet beliebige Beziehungen zwischen Unternehmen. Bei Hinzunahme einschlägiger Literatur stellt sich die Sachlage jedoch

22 Der „Anteil am Datenverkehr" spiegelt die Anteile der Webbrowser am weltweiten, mobilen Datenverkehr im Juli 2011 wieder (vgl. StatCounter 2011).

23 Die besondere Rolle von Opera-Browsern basiert auf deren hoher Verbreitung in Ländern mit qualitativ schlechter Netzwerkverbindung, da Opera-Browser Datenpakete serverseitig komprimieren. In Europa liegen die Webbrowser von Opera nur auf Platz vier hinter Apples Safari, Googles Android-Browser und RIMs BlackBerry-Browser (vgl. StatCounter 2011).

anders dar: Der Begriff des B2B wird durchgängig in Verbindung mit elektronischen Übertragungstechnologien gesehen und in verschiedenen Zusammenhängen unterschiedlich genutzt. Eine Auswahl von Definitionen zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5: Ausgewählte Definitionen des Begriffs B2B

Definition	Quelle
„B2B oder Business to Business umfasst alle Leistungsbeziehungen zwischen den Unternehmen, z. B. zwischen Herstellern und Zulieferunternehmen, die über I&K-Systeme abgewickelt werden."	Beutler 2001
„Transactions between industrial enterprises, trade enterprises, and service enterprises as well as governmental and other organizations – with regard to material goods and services within the non-consumer sector."	Frauendorf/Kähm/ Kleinaltenkamp 2007
„The understanding of B2B is such that it does not only describe external communication and transaction functions, but also relates to the flow of information within the company, i.e. between employees, departments, subsidiaries and branches."	Sülzle 2007
„Geschäftliche Transaktionen, die über öffentliche oder private Netzwerke ausgeführt werden, einschließlich öffentlicher und privater Transaktionen[24] unter Nutzung des Internets als Zustellmedium. Zu diesen Transaktionen gehören: Überweisungen, Online-Tausch, Auktionen, Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen, Aktivitäten von Lieferketten und integrierte Firmennetze."	Cunningham 2000

Die Definitionen unterscheiden sich dabei in der Regel anhand der beteiligten Subjekte, der Art der Transaktionen und der eingesetzten Technik. Eine Transaktion wird dabei als Übertragung von Informationen oder materiellen Gütern zwischen zwei Marktteilnehmern gesehen. Während Beutler B2B ausschließlich auf Unternehmen fokussiert und gegenüber Transaktionen mit Endkunden oder Mitarbeitern abgrenzt (vgl. Beutler 2001, S. 25), nehmen Frauendorf, Kähm und Kleinaltenkamp auch Dienstleister, Regierungsorganisationen und andere Organisationen mit auf (vgl. Frauendorf/Kähm/Kleinaltenkamp 2007, S. 10). Sülzle bezieht sämtliche Kommunikation mit und zwischen Mitarbeitern mit ein (vgl. Sülzle 2007, S. 5), andere Autoren trennen Kommunikation mit Mitarbeitern und Endgeräten (z. B. Zobel 2001, S. 3) davon. Hermanns und Sauter sehen in ihrer

[24] Der Begriff der „privaten Transaktion" in der deutschen Übersetzung des Werks von Cunningham (2000) ist hier als Gegenteil zu öffentlichen, staatlich-induzierten Transaktionen zu sehen.

Definition beispielsweise Regierungsorganisationen gezielt nicht vor (vgl. Hermanns/Sauter 1999, S. 23).

Die Art der Transaktionen kann materielle Güter und Dienste (vgl. Frauendorf/Kähm/Kleinaltenkamp 2007, S. 10), aber auch externe und interne Kommunikation (vgl. Sülzle 2007, S. 5) enthalten. Als eingesetzte Technik werden teilweise öffentliche oder private Netzwerke (vgl. Cunningham 2000, S. 16), Informations- und Kommunikationstechnologien (vgl. Beutler 2001, S. 27) genannt oder die technische Seite wird offen gelassen.

Die Pluralität der Definitionen ergibt sich dabei vor allem aus der unterschiedlichen Verwendung des Begriffs B2B: Viele Autoren setzen diesen mit B2B-Electronic-Commerce (B2B-E-Commerce) gleich, andere sehen B2B-Electronic-Business (B2B-E-Business) als besseres Synonym an (vgl. Sülzle 2007, S. 5). Auch in Verbindung mit den eingeschränkten Formen des Mobile Commerce und Mobile Business ist der B2B-Begriff zu finden. Den logischen Zusammenhang zwischen diesen Begriffen stellt Abbildung 13 dar.

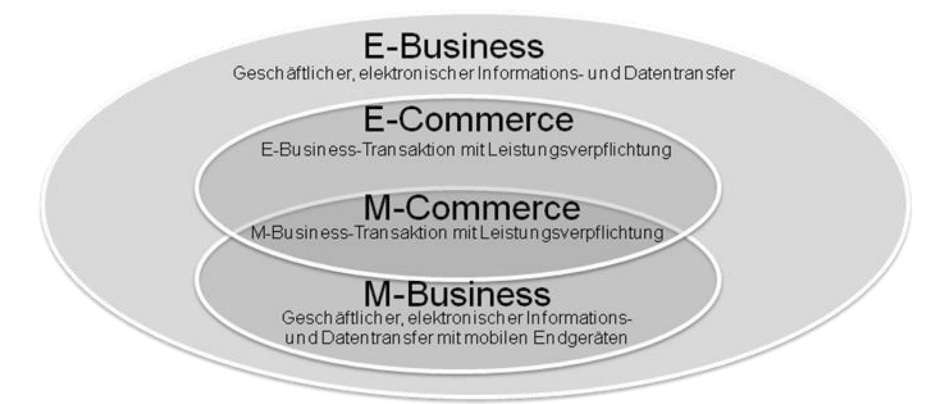


Abbildung 13: Zusammenhang zwischen E-/M-Business und E-/M-Commerce[25]

Die hauptsächliche Verwendung als Synonym für B2B-E-Commerce lässt sich damit erklären, dass die Bezeichnung von Geschäftsbeziehungen als „B2B" im Rahmen der Einführung von Electronic-Commerce-Technologien wie Electronic Data Interchange (EDI) oder Electronic Markets in der Literatur zuerst zu beobachten ist.

Electronic Commerce (E-Commerce) bezeichnet dabei „den entgeltlichen Austausch von Waren und Dienstleistungen zwischen Unternehmen sowie zwischen Unternehmen und Endverbrauchern über elektronische Medien" (Geer/Gross 2001, S. 72). *Electronic Business* dagegen schließt ebenfalls „Transaktionen innerhalb

---

25 In Anlehnung an: Kaapke/Willke 2001, S. 1

kooperierender Systeme (z. B. innerhalb eines Filialsystems oder eines Verbandes) und unternehmensinterne Prozesse“ (Kaapke/Willke 2001, S. 11) mit ein.

Von *Mobile Commerce* (M-Commerce) spricht man, wenn Teilbereiche des E-Commerce mit Hilfe von „mobilen Geräten zeit- und vor allem ortsunabhängig abgewickelt“ (Kaapke/Willke 2001, S. 12) werden. Dabei liegt, ebenso wie beim E-Commerce, der Fokus auf der Abwicklung von Transaktionen mit Leistungsverpflichtung, beispielsweise dem Kauf von Waren (vgl. Zobel 2001, S. 3; Lehner 2003, S. 9). Weitere Begriffsdefinitionen zeigt Lehner (2003, S. 7ff) auf. *Mobile Business* (M-Business) ist weiter gefasst und ergänzt M-Commerce um „innerbetriebliche Vorgänge und Prozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette eines Unternehmens“ (vgl. Koster 2002, S. 129; Kaspar/Hagenhoff 2003, S. 8).

Aufgrund der vielfältigen Transaktionen, die zum Vorteil von Unternehmen elektronisch abgewickelt werden können, ist eine Begrenzung auf Transaktionen mit Leistungsverpflichtung nicht sinnvoll. B2B wird in dieser Arbeit demnach mit B2B-Electronic-Business gleichgesetzt. Um einen möglichst großen Betrachtungsraum zu generieren, werden analog zu den weitgehenden Definition von Sülzle (2007) und Frauendorf, Kähm und Kleinaltenkamp (2007) interne und externe Kommunikation sowie Transaktionen mit Regierungsorganisationen als Teil des B2B-Begriffs gesehen. Die Abgrenzung in den zentralen Begriffsunterschieden visualisiert Abbildung 14.

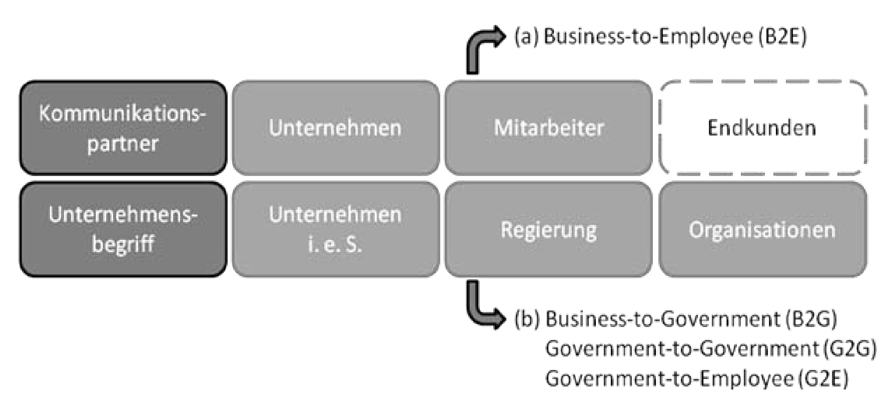


Abbildung 14: Zentrale Begriffsunterschiede und gewählte B2B-Definition[26]

2.2.2 Marktabgrenzung

In der Betriebswirtschaftslehre wird die Betrachtung eines Marktes aus dem Blickwinkel einer Marktpartei, in der Regel des Anbieters, vorgenommen (vgl. Meffert 2000, S. 36). In dieser Perspektive ist der Business-to-Business-Markt ein Absatzmarkt, „definiert als Menge der aktuellen und potentiellen Abnehmer be-

26 Grau eingefärbte Aspekte werden in die Betrachtung eingeschlossen.

stimmter Leistungen sowie der aktuellen und potentiellen Mitanbieter dieser Leistungen sowie den Beziehungen zwischen diesen Abnehmern und Mitanbietern“ (ebd.). Gleichsam ist ein Unternehmen jedoch auf einem B2B-Markt meist nicht nur Anbieter sondern auch Nachfrager.

Märkte lassen sich anhand vielfältiger Variablen, bezogen auf Anbieter, Produkt und Nachfrager abgrenzen (vgl. Kotler/Bliemel 2006, S. 431f, 446f; Meffert 2000, S. 39). Die Abgrenzung des Business-to-Business-Markts erfolgt anhand des Nachfragertyps durch Ausschluss von Privatkunden. Ähnliche Märkte sind der Investitionsgütermarkt und der Industriemarkt, von denen sich der B2B-Markt anhand des Umfangs gehandelter Güter unterscheidet, wie Abbildung 15 aufzeigt.

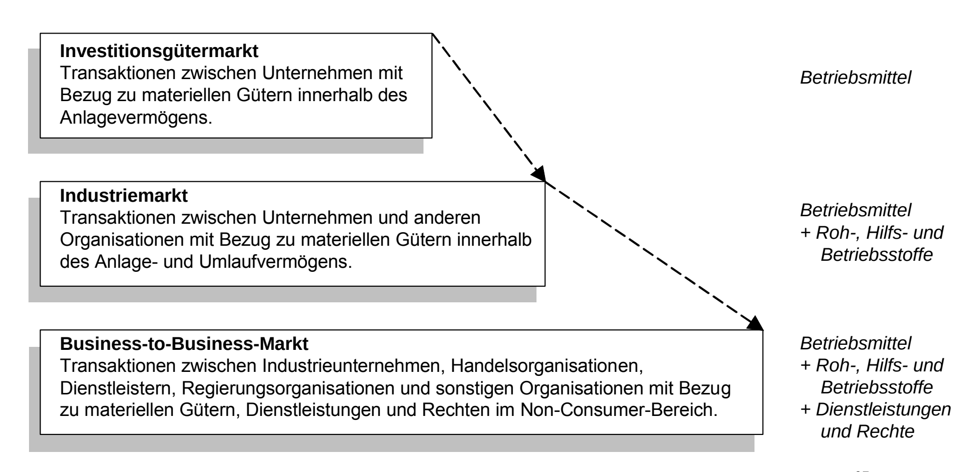


Abbildung 15: Unterscheidung verschiedener Märkte anhand des Umfangs gehandelter Güter[27]

Marktakteure im B2B-Markt sind somit Industrieunternehmen, Dienstleister, Handelsunternehmen, Regierungsorganisationen und andere Organisationen (Verbände, Parteien, NGOs, Umweltschutzorganisationen). Als Produkte sind sowohl materielle Güter als auch Dienstleistungen und Rechte (Patente, Lizenzen) anzusehen. Der Business-to-Business-Markt besitzt einige Eigenheiten, die im nachfolgenden Kapitel im Vergleich zum Business-to-Consumer-Markt herausgestellt werden.

2.2.3 Besonderheiten des Marktes

Der Business-to-Business-Markt und Business-to-Consumer-Markt unterscheiden sich auf vielfältige Art und Weise; tendenzielle Unterschiede nach Ante (1974, S. 438) sowie Frauendorf, Kähm und Kleinaltenkamp (2007, S. 11) stellt Tabelle 6 dar.

---

27 Nach: Frauendorf/Kähm/Kleinaltenkamp 2007, S. 1.

Tabelle 6: Tendenzielle Unterschiede von B2C und B2B[28]

	B2C	*B2B*
Nachfrage	Direkt zwischen Unternehmen und Kunde	Indirekt über mehrstufige Marktstrukturen
Ziel	Verbrauch, Verwendung	Verarbeitung, Produktion
Beschränkung	Persönliches Einkommen	Investitionsbudget, Liquidität
Entscheidungsstruktur	Individuelle Entscheidung	Formalisierte Entscheidung, ggf. in Gruppen/Gremien
Entscheidungsart	Eher emotional	Rational ökonomisch
Persönlicher Bezug zum Produkt	Ja	Nein
Wettbewerbsdruck zwischen Nachfragern	Nein	Ja
Markttransparenz	Gering	Hoch (wenige Anbieter)
Abnehmerzahl	Hoch	Niedrig
Individualisierung	Massenproduktion	Individuelle Lösungen (bei Investitionsgütern)
Preisbildung	Marktorientiert	Kostenorientiert, häufig Preisverhandlungen
Kundenbeziehung	Eher anonym, instabil	Langfristig, oft Kooperation
Produktkomplexität	Häufig niedrig	Hoch (bei Investitionsgütern)
Vertrieb	Mehrstufiger Handel	Eher direkt

Ein zentraler Unterschied liegt dabei in der Art der Nachfrage. Während im B2C-Bereich der Kunde eine Nachfrage direkt beim Anbieter auslöst, ist die Nachfrage im B2B-Bereich aufgrund mehrstufiger Marktstrukturen zumeist indirekt verur-

[28] In Anlehnung an: Ante 1974, S. 438; Frauendorf/Kähm/Kleinaltenkamp 2007, S. 11; Plinke 1991, S. 172ff.

sacht: Die Nachfrage des Endkunden löst über mehrere Business-to-Business-Märkte hinweg Nachfrage aus (vgl. Frauendorf/Kähm/Kleinaltenkamp 2007, S. 11; Plinke 1991, S. 173). Veränderungen im Endkundengeschäft beeinflussen so mit Zeitverzögerung auch den Geschäftskundenbereich.

Ziel einer Transaktion ist im B2C-Bereich der Verbrauch (Verbrauchsgut) bzw. die Verwendung (Gebrauchsgut); im B2B-Bereich dagegen die Verarbeitung des Produkts zu Endprodukten bzw. zur Produktion. Entscheidungen werden im Endkundenbereich häufig von Einzelpersonen und meist eher emotional getroffen, da später auch zumeist ein persönlicher Bezug zum Produkt entsteht. Eine Limitierung der Beschaffung erfolgt hier im Rahmen des persönlichen Einkommens bzw. der persönlichen Kreditwürdigkeit. Im Geschäftskundenbereich dagegen werden Entscheidungen oftmals von Personengruppen in Form eines formalisierten Verfahrens getroffen. Käufer und Verkäufer haben einen erhöhten Rechtfertigungszwang für ihre Entscheidungen, da sie zumeist über fremdes Kapital entscheiden (vgl. Plinke 1991, S. 173).

Ein persönlicher Bezug zum Produkt entsteht in der Regel nicht, Entscheidungen werden zumeist streng rational nach ökonomischen Entscheidungsregeln und Kennzahlen (z. B. ROI oder TCO; vgl. Zantow 2007, S. 41; Gartner 2008) getroffen. Eine Beschränkung geschieht hier beispielsweise über Investitionsbudgets oder über die Kreditwürdigkeit des Gesamtunternehmens.

Während im B2C-Bereich viele Abnehmer wenigen Anbietern gegenüberstehen und Massenproduktion sowie marktorientierte Preisbildung die Regel sind, begegnen im B2B-Bereich vergleichsweise wenige Nachfrager auch wenigen Anbietern, was zu einer hohen Markttransparenz und individuelleren Lösungen führt. Gleichsam müssen Preise aber stärker kostenorientiert ausgerichtet werden und werden häufig in Preisverhandlungen und Ausschreibungen festgelegt. Einer anonymen und instabilen Privatkundenbeziehung steht dementsprechend eine eher langfristige, oft mit Kooperationscharakter versehene Geschäftskundenbeziehung gegenüber (vgl. Plinke 1991, S. 173).

Da Produkte im Endkundenbereich häufig deutlich weniger komplex als im Business-to-Business-Bereich sind (vgl. Detecon 2003, S. 8), werden diese Produkte oft über mehrstufigen Handel vertrieben, während die komplexeren und stärker individualisierten B2B-Produkte (im Falle von Investitionsgütern) eher direkt vertrieben werden.

3 Einsatzmöglichkeiten von mobilem Internet im Unternehmenskontext

Im Vergleich zum Endkundengeschäft erscheinen die Einsatzmöglichkeiten des mobilen Internets im Unternehmen weniger spektakulär: Keine Klingeltöne, keine Spiele, keine praktischen Bezahlfunktionen und keine Wettervorhersage; stattdessen steht Prozessoptimierung im Fokus. Durch den Einsatz mobiler Datenübertragungstechniken werden Abläufe im Unternehmen effizienter und es ergeben sich neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle (vgl. Schmidt 2001, S. 257).

Das mobile Internet generiert seine Einsatzpotentiale aus den Spezifika seiner Teilkomponenten (Internet, Mobilität) und den betriebswirtschaftlichen Einsatzfeldern mobiler Arbeit im Unternehmen. Diese Spezifika und Einsatzfelder werden in den nachfolgenden Abschnitten geschildert. Anschließend folgen eine Darstellung der Einsatzpotentiale des mobilen Internets sowie der Veränderungen und Entwicklungsschritte, die sich durch den Einsatz ergeben.

3.1 Spezifika des mobilen Internets

Beim mobilen Internet handelt es sich um die logische Synergie zwischen Internet und Mobilfunk (vgl. Abschnitt 2.1) oder anders aufgefasst, der Erweiterung des

Internets um Mobilität. Die Spezifika des mobilen Internets sind direkt und indirekt in vielfältigen Publikationen beleuchtet worden (vgl. z. B. Büllingen/Wörter 2000, S. 46; Kollmann 2001, S. 61; Scherz 2008, S. 26ff; Schmitzer/Butterwegge 2000, S. 355f; Wiedmann/Buckler/Buxel 2000, S. 120ff; Wohlfahrt 2001, S. 50f; Zobel 2001, S. 63). Reichwald, Meier und Fremuth (2002, S. 9ff) geben dazu einen guten Überblick und ihre aggregierten Ergebnisse werden im Folgenden aufgegriffen (vgl. Abbildung 16).

Setzt man mobiles Internet im Unternehmen ein, so gewinnt man die Vorteile von Internet und Mobilität für seine Geschäftsprozesse. Die Spezifika von internetgestützten und mobilen Prozessen werden in den Abschnitten 3.1.1 und 3.1.2 erläutert. Sie sind die Grundlage für die Beurteilung möglicher Einsatzzwecke im Unternehmen.

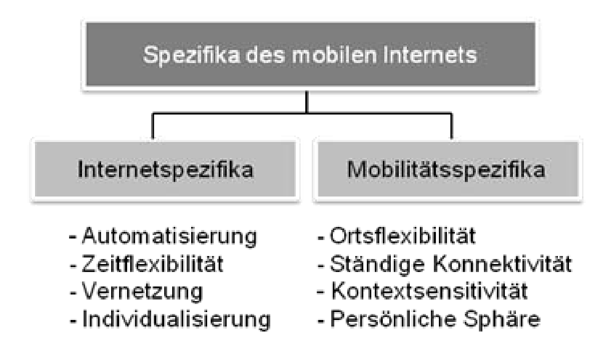


Abbildung 16: Spezifika des mobilen Internets[29]

Pousttchi, Turowski und Weizmann (2003) leiten hieraus die mobilen Mehrwerte („mobile added values", MAV) ab: *Allgegenwärtigkeit*, *Kontextsensitivität* (und damit auch die Möglichkeit zur Herstellung eines Ortsbezugs), eindeutige *Identifizierung des Nutzers* und *Telemetriefähigkeit*. Geschäfts(teil-)prozesse, die durch diese MAV sinnvoll unterstützt werden können, sollten mobil umgesetzt werden (vgl. Pousttchi/Turowski/Weizmann 2003, S. 414).

3.1.1 Spezifika internetgestützter Prozesse in Unternehmen

Kommunikation im Internet erfolgt zwischen Computern über digitale Netzwerke mit Hilfe standardisierter Protokolle (vgl. Abschnitt 2.1). Diese Grundsituation ermöglicht eine *Automatisierung* von Vorgängen: Komplette Transaktionen können ohne Zutun einer menschlichen Arbeitskraft nahezu friktionslos und in Echtzeit (vgl. Venkatraman/Henderson 1998, S. 36) abgewickelt werden. Bei digitalen Gütern (vgl. Hagenhoff 2003, S. 19f) kann dies sogar die Auslieferung des Gutes

---

[29] Nach: Reichwald/Meier/Fremuth 2002, S. 11

mit einschließen. Der Inputfaktor Arbeit kann somit durch IT substituiert werden (vgl. Corsten 1985, S. 31), womit Kostenreduktionen ermöglicht werden.

Durch die Automatisierung und Entkopplung von der Verfügbarkeit menschlicher Arbeit ergibt sich eine vollständige *Zeitflexibilität*: Über das Internet verfügbare Computersysteme stehen rund um die Uhr zur Verfügung und können ohne Zeitverzögerung die Bedürfnisse des Nachfragers erfüllen. Über internetgestützte Geschäftsprozesse kann ein Unternehmen also seine Leistungsbereitschaft kontinuierlich aufrechterhalten und zeitlich eng mit der Leistungserstellung verknüpfen.

Internettechnologie ermöglicht zudem eine weltweite *Vernetzung* von Personen und Unternehmen (vgl. Wirtz 2000, S. 19f). Aufgrund der hohen Teilnehmerzahl des Internets (28,7 % der Weltbevölkerung verfügen im Jahr 2010 über einen Internetzugang; vgl. IWS 2010) ist diese Vernetzung nach Metcalfe's Gesetz (vgl. Weiber 2002, S. 279) von hohem Nutzen. Sie ermöglicht die Auslagerung von (Teilen von) Geschäftsprozessen genauso wie die Integration des Nachfragers in den gesamten Wertschöpfungsprozess.

Eine weitere Folge der Automatisierung und Vernetzung sowie der Eigenschaften digitaler Güter (vgl. Quah 2003) ist die *Individualisierung*. Mit Hilfe verschiedener Individualisierungstechniken können, wahlweise auf Basis der Eingabe von Präferenzen durch den Benutzer oder durch Beobachtung (vgl. Kaspar 2006, S. 135ff), das Verhalten und die Ausgabe eines Softwaresystems sowie digitale Produkte angepasst werden. Dadurch kann die „optimale Leistung" entsprechend der Präferenzen eines Nachfragers erbracht werden (vgl. Piller 2001, S. 78).

3.1.2 Spezifika mobiler Prozesse in Unternehmen

Mobilität führt naheliegenderweise zu *Ortsflexibilität*: Mobile Akteure können an verschiedenen, auch wechselnden Orten tätig sein und ihre Tätigkeit selbst während der Bewegung aufrecht erhalten. Sieht man von nicht mit Mobilfunk versorgten Gebieten ab, so entsteht eine ubiquitäre Nutzbarkeit von Diensten und Informationen. Hierbei werden letztlich physische Mobilitätsprozesse (Personen bewegen sich zu Informationen) durch informatorische Mobilitätsprozesse (Informationen bewegen sich zu Personen) ersetzt (vgl. Reichwald/Meier/Fremuth 2002, S. 7).

Auf diese Art und Weise können Mobilfunknutzer eine *ständige Konnektivität* erreichen: Sie können jederzeit mit anderen verbunden bleiben oder zumindest erreichbar sein. So entfällt beispielsweise die Synchronisation von eMails und ähnlichen Daten zeitlich vor räumlicher Bewegung, weil diese jederzeit mobil abgerufen werden können oder bei Push-Mail sogar in Echtzeit direkt zugestellt werden können.

Stationäre Computer befinden sich normalerweise ausschließlich in einem einzigen Kontext. Mobile Endgeräte dagegen werden an verschiedenen Orten zum Einsatz gebracht, welche durch automatische Verfahren (z. B. GPS, Triangulation) ermittelt werden können. Ebenso können weitere Kontextinformationen (z. B.

Zeit, Präferenzen des Nutzers; vgl. Schilit/Adams/Want 1994, S. 85) zur Verfügung stehen. Dieses Wissen des Endgerätes über den Kontext des Nutzers wird als *Kontextsensitivität* bezeichnet. Sie ist Grundlage der Kontextadaption, mit welcher Prozesse und Produkte angepasst, für den Benutzer optimiert werden können (vgl. Fahrmair 2005, S. 265; vgl. Roth 2005, S. 268).

Mobiltelefone sind in der Regel höchstpersönliche Gegenstände. Sie werden nicht mit anderen Personen geteilt, an die persönlichen Bedürfnisse und den persönlichen Geschmack angepasst und durchgängig aktiv mitgeführt. Sie sind Teil der „*Persönlichen Sphäre*" („Personal Sphere" auch „Personal Space"; vgl. Sommer 1969, S. 26) eines Menschen. Mit einem Mobiltelefon ausgeführte Prozesse finden also für einen Benutzer in einer vertrauten Umgebung statt. Neue Anwendungen mit dem eigenen Mobiltelefon zu nutzen, bedeutet aufgrund dieser vertrauten Umgebung und des gewohnten Umgangs mit dem persönlichen Endgerät einen geringeren Lernaufwand, als dies bei der Nutzung auf einem neuen Endgerät der Fall wäre. Bereits erlernte Bedienprinzipien erleichtern hier die Einführung von Anwendungssoftware in Unternehmen.

Vergleicht man die Bedeutung der beiden Komponenten des mobilen Internets, so lässt sich feststellen, dass das Internet in Unternehmen bereits eine enorme Verbreitung gefunden hat. So verfügten im Jahr 2010 rund 82 % aller Unternehmen in Deutschland (vgl. DESTATIS 2010a) über einen Internetzugang. Der innovative Anteil des mobilen Internets ist somit nicht das Internet, sondern die Mobilität, die dementsprechend im Folgenden fokussiert wird.

3.2 Einsatzfelder mobiler Arbeit

Mobile Arbeit ist kein neues Phänomen, schon seit jeher verrichten Menschen Arbeit mobil. Ein frühes Beispiel dafür ist das Transportwesen, mit dem erst der Tausch von Waren ermöglicht und eine arbeitsteilige Leistungserstellung (vgl. Picot 1991, S. 144) vereinfacht wurde.

Unter mobiler Arbeit versteht man Transaktionen und Teile von Transaktionen, mit oder ohne Leistungsverpflichtung, „die in Bewegung oder an wechselnden Aufenthaltsorten durchgeführt werden und mit einer raum-zeitlichen Entkopplung von stationären Kommunikationspartnern" (vgl. Schulte 1996, S. 21) wie z. B. Auftraggeber, Kunden, eigenes Unternehmen, einhergehen.

Mobile Arbeit erstreckt sich damit, wie Abbildung 17 zeigt, auf den Bereich der mobilen Nutzung unterwegs und die stationäre Arbeit an wechselnden Aufenthaltsorten. Bei der stationären Arbeit sind alle Kommunikationspartner stationär; hervorzuheben ist hierbei die Sonderform der Telearbeit. Telearbeiter sind zwar ebenfalls (zeitweilig) räumlich entkoppelt tätig, diese Entkopplung ist jedoch geplant und auf Dauer angelegt (Schulte 1996, S. 21). Der prinzipiell stationäre Charakter der Arbeit bleibt bei Telearbeit erhalten, weshalb diese im Nachfolgenden nicht weiter betrachtet wird.

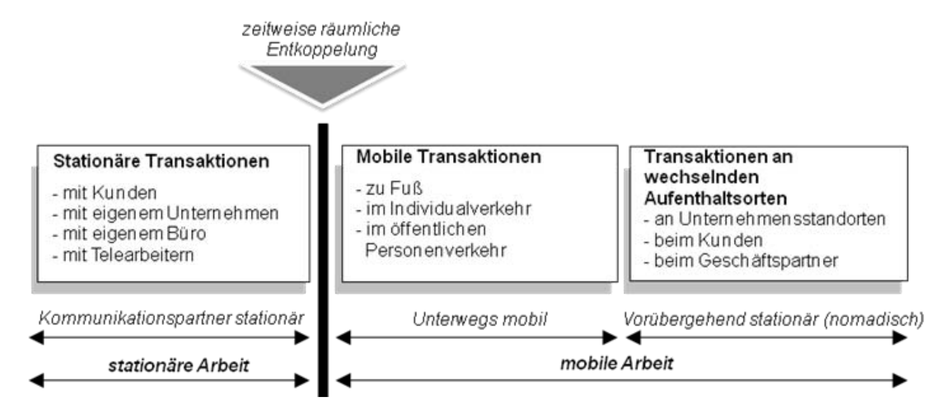


Abbildung 17: Unterscheidung von stationärer und mobiler Arbeit[30]

Im Rahmen des Projekts „Electronic Commerce and Telework Trends" (ECaTT) wurde folgende Definition für mobile Arbeit hergeleitet: „*Mobile Workers are those who work at least 10 hours per week away from home and from their main place of work, e.g. on business trips, in the field, travelling or on customers' premises, and use online computer connections when doing so.*" (ECaTT 2000). Die gegebene Definition für mobile Arbeit führt zu einer Vielzahl von Einsatzpotentialen.

Typische Einsatzfelder in Funktionsbereichen eines Unternehmens oder in spezifischen Branchen zeigen Tabelle 7 und Tabelle 8 auf. Diese Einsatzfelder sind exemplarisch zu sehen und stellen keine abschließende Aufzählung dar.

Zu den Funktionsbereichen mit einem hohen Mobilitätsanteil gehören beispielsweise die internen Abteilungen der Lagerlogistik oder der Instandhaltung, deren Mitarbeiter vor allem unternehmensintern mobil sind. Hauptsächlich beim Kunden tätig ist der technische Kundendienst; auf Reisen und beim Kunden tätig seien können z. B. die Unternehmensführung oder der Verkaufsaußendienst.

Neben innerorganisationalen Funktionsbereichen existieren auch Branchen, deren Hauptarbeitsfelder maßgeblich durch Mobilität geprägt sind. Einige Beispielhafte zeigt Tabelle 8 auf. Darunter befinden sich ebenfalls Branchen, deren Mitarbeiter nur unternehmensintern mobil sind, wie im Krankenhausbereich, nomadisch tätige Bereiche wie Finanzdienstleister oder das Handwerk und auch Bereiche, die ausschließlich mobil tätig sind wie die Presse.

30 Nach: Schulte 1996, S. 21.

Tabelle 7: Typische Funktionsbereiche für mobile Arbeit[31]

Einsatzfeld	*Berufsgruppe/Schwerpunkt*
Unternehmensführung	Fach- und Führungskräfte, Freiberufler, Selbständige
Verkaufsaußendienst	Handelsvertreter, Vertriebsbeauftragte, Außendienstvertreter
Technischer Kundendienst	Techniker, Service-Ingenieure
Lagerlogistik	Lagerarbeiter, Disponenten, Verkaufspersonal
Instandhaltung	Wartungspersonal
Schadensbegutachtung	Sachverständige, Versicherungen, Not- und Pannendiens-te
Forschung	Versuchstechniker, Marktforschung
Kundenbetreuung	Check-In, Beratung, kundenbezogene Dienste

Tabelle 8: Typische Branchen für mobile Arbeit[32]

Einsatzfeld	*Berufsgruppe/Schwerpunkt*
Transportdienstleistungen und Speditionen	LKW-Fahrer, Verkaufsfahrer, Lokführer, Piloten, Taxifahrer, Kurierdienste
Presse, Verlage und Sendeanstalten	Journalisten, Reporter, Filmteams, Redakteure, Auslandskorrespondenten
Finanzdienstleistungen	Börsenmakler, Versicherungsmakler
Unternehmensberatung	Unternehmensberater, Personalberater, Steuerberater
Handwerk	Installateure, Monteure, Schlüsseldienste
Baugewerbe und Planungsbüros	Architekten, Bauunternehmer, Ingenieurbüros, Vermessungstechniker
Krankenhaus und Pflegebereich	Ärzte, Gesundheits- und Krankenpflege, Assistenzpersonal
Not- und Rettungsdienste	Feuerwehr, Polizei, Notfallmedizin

[31] Nach: Niemeier et al. 1994, S. 24 und Schulte 1996, S. 17.
[32] Nach: Niemeier et al. 1994, S. 24 und Schulte 1996, S. 17.

Simonovich (2007, S. 164) quantifiziert die Anteile mobiler Arbeit in neun ausgewählten Branchen anhand einer Unternehmensbefragung. Er unterteilt dabei in kaufmännische und nicht-kaufmännische mobile Belegschaft (siehe Abbildung 18). Anwendungen und Endgeräte unterscheiden sich dabei zwischen den Bereichen mit hohem Anteil kaufmännischer mobiler Belegschaft (Dienstleistungsunternehmen, produzierendes Gewerbe) und nicht-kaufmännischer mobiler Belegschaft (z. B. Transportgewerbe, Baugewerbe). In den aufgezeigten Funktionsbereichen und Branchen ist mobile Arbeit häufig zu finden. Offen ist, ob diese Bereiche sinnvoll IT-unterstützt werden können bzw. ob der Einsatz von mobilem Internet Nutzen generiert.

Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn sich die Spezifika des mobilen Internets (vgl. Kapitel 3.1) positiv auswirken; wenn also Prozesse automatisiert oder zeitflexibilisiert werden können, wenn Vernetzung und Individualisierung Vorteile schaffen, wenn aktuelle und ggf. standortabhängige Informationen benötigt werden oder jederzeit räumliche Distanzen überwunden werden müssen (vgl. Koster 2002, S. 137ff).

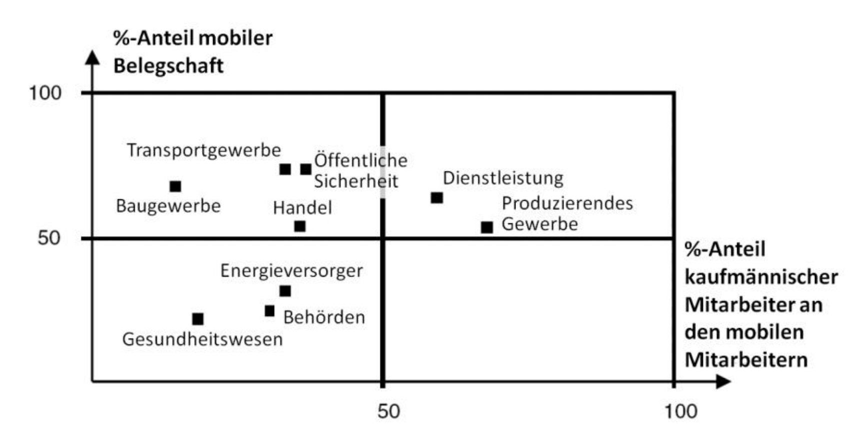


Abbildung 18: Anteile mobiler Belegschaft in ausgewählten Branchen[33]

3.3 Einsatzpotentiale des mobilen Internets in und zwischen Unternehmen

Betrachtet man Unternehmen auf hohem Abstraktionsniveau, so unterteilen sich die Einsatzbereiche mobilen Internets in drei Teile (vgl. Scheer et al. 2002, S. 102ff; Detecon 2003, S. 3f): Mobile Supply Chain Management (mSCM), Mobi-

[33] Simonovich 2007, S. 164; n=540.

le Enterprise Management/Mobile Enterprise Resource Planning (mERP) und Mobile Customer Relationship Management (mCRM, vgl. Abbildung 19).

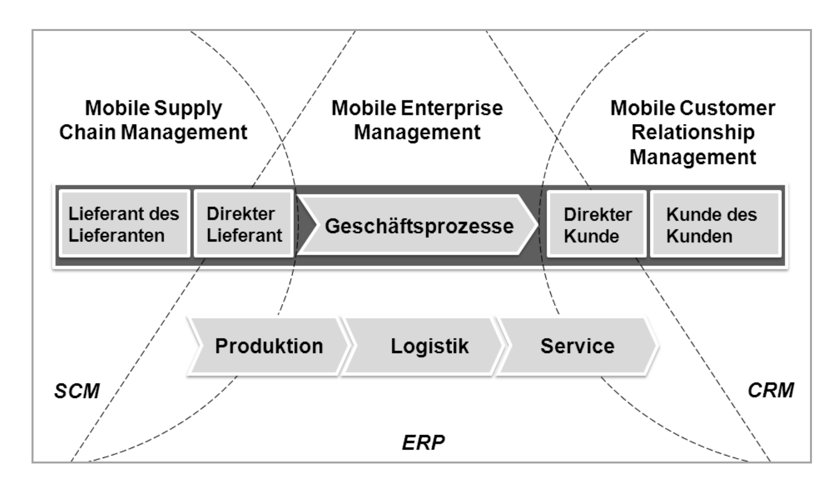


Abbildung 19: Generelle Einsatzbereiche von mobilem Internet im Unternehmen[34]

Mobile Supply Chain Management deckt dabei den Beschaffungsbereich ab. Bestehende SCM-Prozesse werden um den Einsatz mobiler Endgeräte erweitert. Vorstellbare Anwendungen sind beispielsweise die mobile Prüfung von Beständen oder die Integration des Flottenmanagements in Planungsprozesse.

Mobile Customer Relationship Management beschäftigt sich mit dem Absatzbereich und der Kontaktpflege mit den Kunden des Unternehmens. Anwendungen in diesem Bereich können beispielsweise mobile Bestellungen oder mobile Werbung sein (vgl. Detecon 2003, S. 4). Mobile Endgeräte eignen sich besonders gut für eine direkte Ansprache, da hier ein One-to-One-Marketing möglich ist (vgl. „Persönliche Sphäre", Abschnitt 3.1.2).

Mobile Enterprise Management stellt dagegen die Erweiterung des Enterprise Resource Plannings mit mobilen Endgeräten dar. Hierbei kann es beispielsweise um die Planung, Genehmigung, Durchführung und Abrechnung von Geschäftsreisen gehen oder die Software kann die Wartung von Maschinen und Fahrzeugen mobil unterstützen.

Diese *überbetriebliche*, abstrakte Dreiteilung, die der Grundstruktur des Leistungsprozesses folgt (vgl. Bea/Dichtl/Schweitzer 2002, S. 1ff) wird *innerbetrieblich* durch Betrachtung der Aktivitäten konkretisiert, die ein Unternehmen durchführt um Produkte zu entwerfen, herzustellen, vermarkten und liefern (vgl. Porter 1985, S. 36ff). Als Analyseinstrument kommt die Wertschöpfungskette von Porter (1985, S. 36ff) zum Einsatz, die die primären und unterstützenden Aktivitäten

34 Nach: Scheer et al. 2002, S. 103.

innerhalb von Unternehmen betrachtet, die ein Produkt bis zum Endkunden benötigt. Die generische Wertschöpfungskette ist in Abbildung 20 dargestellt.

Abbildung 20: Wertschöpfungskette nach Porter[35]

Einsatzpotentiale für mobiles Internet finden sich dabei sowohl in den Hauptaktivitäten als auch in den unterstützenden Aktivitäten. Sowohl die Eingangs- und Ausgangslogistik, als auch der Bereich „Marketing & Vertrieb" und der Kundendienst gehören zu den typischen Funktionsbereichen für mobile Arbeit (vgl. Tabelle 7). Aber auch der Bereich „Operation/Produktion" lässt sich durch mobiles Internet unterstützen, beispielsweise durch Fernwartung und mobile Maschinensteuerung.

Bei den unterstützenden Aktivitäten sind Einsatzmöglichkeiten im Bereich Personal (z. B. mobiler Mitarbeiter-Self-Service), Forschung (z. B. mobile Messdatenerfassung) und Beschaffung (z. B. mobiles Informationssystem für den Einkauf) vorstellbar. Die Nützlichkeit des Einsatzes hängt jedoch von der Mobilität der Nutzer ab (vgl. Abschnitt 3.2). In diesem Bereich ist auch die Unternehmensinfrastruktur angesiedelt, die grundsätzlich Unterstützung mobilen Arbeitens ermöglichen kann. So können mobile Endgeräte in Unternehmensnetzwerke mit eingebunden werden, um Zugriff auf bestehende Daten zu haben, Bürokommunikationstechnologien wie eMail können mobil verfügbar gemacht werden („Mobile Office") und die vielfältigen vorstellbaren mobilen Anwendungen können unter einer Oberfläche zusammengeführt werden („Mobiles Portal"), um diese leichter nutzbar zu machen (z. B. durch Single-Sign-On). Einen Überblick über die Einsatzpotentiale mobilen Internets anhand von Porters Wertschöpfungskette gibt Abbildung 21.

---

[35] Nach: Porter 1985, S. 37; Eggers 2005, S. 149.

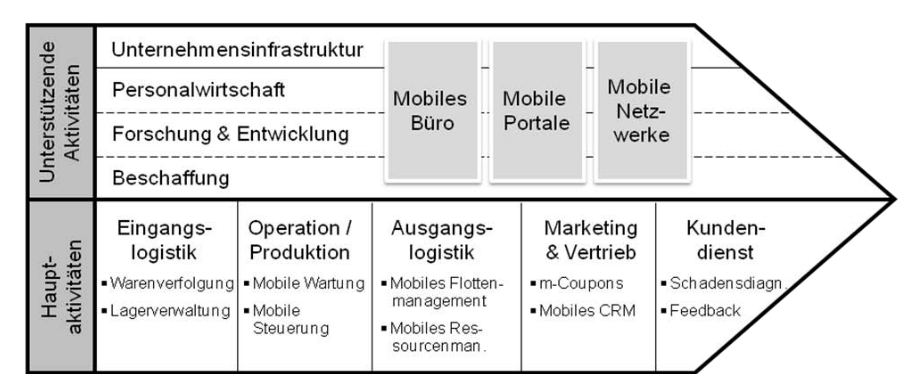


Abbildung 21: Einsatzpotentiale des mobilen Internets anhand der Wertschöpfungskette[36]

Dabei ist zu beachten, dass die dargestellte Wertschöpfungskette sich immer im Kontext vorhergehender Zulieferer- und nachfolgender Abnehmer-Wertschöpfungsketten befindet. Werden im Zuge des Supply Chain Managements (vgl. Werner 2002, S. 4ff) Planungsprozesse unternehmensübergreifend durchgeführt, so kann die Nutzung mobiler Anwendungen auch Fremdunternehmen betreffen. Dies stellt eine besondere Herausforderung dar (vgl. Abschnitt 3.4.1).

3.4 Implikationen des Einsatzes von mobilem Internet im Unternehmen

Der Einsatz von mobilem Internet führt zu einer Vielzahl an Effekten, die sich jedoch für jedes Unternehmen verschieden ausprägen. Zu unterscheiden sind dabei technische und organisatorische Veränderungen. Auf technischer Seite führt die Nutzung von mobilem Internet zu einer Öffnung der Unternehmensinfrastruktur (vgl. Gerpott/Thomas 2002, S. 46), einer Reduktion der Anzahl der Anwendungssysteme (Konzentration auf ein zentrales System pro Aufgabenzweck, da nur hierauf mobiler Zugriff ermöglicht wird; vgl. Niemeier et al. 1994, S. 108ff) und Zentralisierung von Daten (vgl. Gerpott/Thomas 2002, S. 48). Durch die veränderte Möglichkeit zur Einbindung von Mitarbeitern können sich anschließend vielfältige organisatorische Veränderungen ergeben: Von geänderten Verantwortlichkeiten, über neue Abläufe bis hin zu neuen Organisationsstrukturen (vgl. Schmidt 2001, S. 287). Konkrete Auswirkungen hängen jedoch von den Zielen eines Unternehmens ab: So kann z. B. die Zentralisierung von Daten zu einer Dezentralisierung von Entscheidungen führen – der Mitarbeiter vor Ort wird mit Informationen versorgt und entscheidet – oder zum direkten Gegenteil: Mitarbeiter erfassen die Rahmenbedingungen vor Ort und im Rahmen eines Workflows

---

[36] Nach: Detecon 2003, S. 8; Porter 1985, S. 37; Leem/Suh/Kim 2004, S. 82; Simonovich 2007, S. 163.

wird zentral entschieden (vgl. Gerpott/Thomas 2002, S. 46). Die Einführung von mobilem Internet im Unternehmen geschieht in Phasen, die im Nachfolgenden vorgestellt werden (Abschnitt 3.4.1). Danach folgen Schilderungen zu erwarteten Nutzeneffekten für Unternehmen und Kunden (Abschnitt 3.4.2) sowie Betrachtungen auf Prozessebene (Abschnitt 3.4.3).

3.4.1 Phasen der Einführung von mobilem Internet im Unternehmen

Entscheidet sich ein Unternehmen, die Technologie des mobilen Internets für sich zu nutzen, so geschieht dieses in der Regel in drei Phasen, die Abbildung 22 darstellt.

In der *ersten Phase* erfolgt die Öffnung der Unternehmensinfrastruktur für mobile Endgeräte. Mitarbeiter können Kommunikationssysteme wie Mailserver und Groupwaresysteme mit mobilen Endgeräten nutzen (vgl. Schmidt 2001, S. 287; Gerpott/Thomas 2002, S. 45f). Ebenso wird der Zugriff auf unternehmensinterne Dokumente und Datenbanken über die entfernte Einbindung des Endgeräts in das Unternehmensnetz möglich (vgl. Pflug 2002, S. 218). Häufig wird dafür die Bildung eines Virtual Private Network (VPN) durchgeführt, um sicherheitsrelevante Daten über unsichere Netzwerke wie das Internet zu übertragen (vgl. Müller/Eymann/Kreutzer 2003, S. 412).

Da Unternehmen zumeist strenge Regeln für den Zugriff auf Daten und Anwendungen haben und nur wenige Zugangskanäle öffnen, führt dies – wie bereits beschrieben – zu einer Reduktion von Softwaresystemen und tendenziell zu einer Zentralisierung von Daten. In dieser Phase stehen Kommunikationsdienste im Fokus, die Integration der mobilen Endgeräte ist gering.

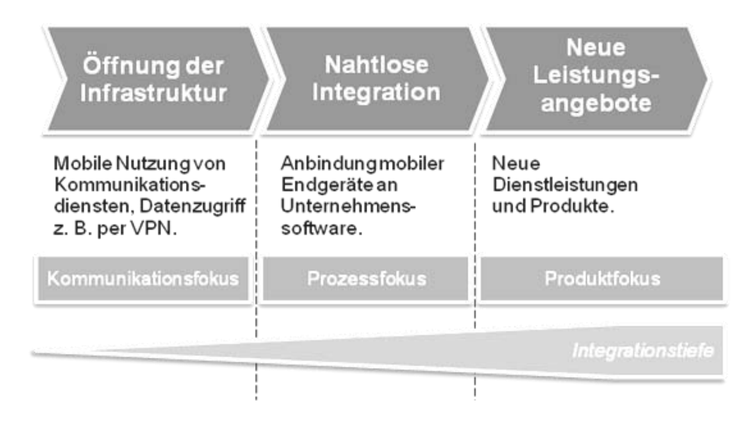


Abbildung 22: Phasen der Einführung von mobilem Internet im Unternehmen[37]

[37] Vgl. Gerpott/Thomas 2002, S. 45ff; Schmidt 2001, S. 287ff.

Der *zweite Schritt* ist die nahtlose Integration mobiler Endgeräte in Unternehmenssoftware wir ERP- oder CRM-Systeme. Aufgrund der bestehenden Infrastruktur bedeutet dies zumeist die Erweiterung von Softwaresystemen mit Komponenten für den mobilen Zugriff. Einhergehend damit können Geschäftsprozesse geprüft, angepasst und verbessert werden; auch Verantwortlichkeiten und Organisationsstrukturen können dadurch in Frage gestellt werden (vgl. Schmidt 2001, S. 287). Eine weitere Folge in dieser Phase kann die Ausweitung der Maschine-Maschine-Kommunikation über den neu geschaffenen Kommunikationskanal sein (vgl. Gerpott/Thomas 2002, S. 47). In dieser Phase stehen Geschäftsprozesse im Vordergrund, die Integration mobiler Endgeräte nimmt deutlich zu.

Die *dritte Phase* führt dann über das bestehende Leistungsangebot und die bestehende Unternehmensstruktur hinaus, indem – basierend auf der neuen Technologie – neue Produkte, Dienstleistungen, Berufsfelder und Absatzkanäle entstehen (vgl. Schmidt 2001, S. 291ff). Mit Erreichen der dritten Phase ist die Integration mobiler Endgeräte in die Unternehmensprozesse vollständig erfolgt; hier stehen Produkte im Fokus.

Der Einsatz von mobilem Internet erfolgt dabei hauptsächlich in einem Teilbereich des Business-to-Business-Segments, der Interaktion zwischen Unternehmung und Mitarbeiter (Business-to-Employee, B2E; vgl. Abschnitt 2.2) über verschiedene Zugangskanäle. In diesem Bereich lassen sich am einfachsten Produktivitätsgewinne und Geschäftsprozessverbesserungen erzielen (vgl. Pflug 2002, S. 211). Soll mobiles Internet darüber hinaus auch unternehmensübergreifend eingesetzt werden, so sind einige umfassende Vorbedingungen zu erfüllen (vgl. Gerpott/Thomas 2002, S. 45):

Technische Kompatibilität: Verwendung gleicher oder kompatibler Kommunikationsprotokolle, Software und Hardware.

Organisatorische Abstimmung: Enge Verzahnung der Wertschöpfungsprozesse aller beteiligten Unternehmen und Treffen entsprechender Regelungen.

Soziale Grundbedingungen: Ausreichendes Vertrauen, mobile Mitarbeiter einer Fremdfirma ohne physisches Aufeinandertreffen Prozesse auslösen zu lassen.

Diese Vorbedingungen sind nicht einfach zu erfüllen, weshalb zwischenbetriebliches Mobile Business nur in Marktnischen Erfolg haben wird. B2B-E-Business wird von einkaufsgetriebenen Lösungen dominiert (vgl. Nenninger/Lawrenz 2001, S. 2), im mobilen Bereich wäre beispielsweise die Beteiligung an Auktionen oder eine Supply-Chain-Integration vorstellbar (vgl. Muller-Veerse 2000, zitiert nach: Lehner 2003, S. 14). Aufgrund der Charakteristika des B2B-Bereichs (vgl. Abschnitt 2.2.3), insbesondere der komplexen Entscheidungssituationen und der Entscheidungen von Mitarbeitern über ggf. hohe Summen an Firmenkapital (und

nicht eigenverantwortlich über persönliches Einkommen wie im B2C-Bereich) sind mobile Lösungen zur Beschaffung von Waren und Dienstleistungen im Unternehmensbereich selten zu finden. Der innerbetriebliche Einsatz mobilen Internets (B2E) dominiert.

3.4.2 Nutzenpotential des mobilen Internets im Unternehmen

Durch die Nutzung des mobilen Internets im Unternehmen lassen sich vielfältige Nutzenpotentiale für eine Unternehmung realisieren. Diese liegen in unmittelbar messbaren Veränderungen und strategischen Wettbewerbsvorteilen (vgl. Schmidt 2001, S. 287) und werden in Abbildung 23 dargestellt.

Effizienz	Effektivität
Prozessverbesserung	
• Prozessbeschleunigung • Verbesserte Reaktionsgeschwindigkeit • Ermöglichung zeitkritischer Prozesse • Neue Prozesse	• Verbesserte Informationsqualität • Erhöhte Informationsgenauigkeit • Überwachung kritischer Situationen • Umgehende Reaktion in Notfällen • Sofortige Situations-Bewertung • Jederzeitiger Informations- und Funktionszugang
Ressourcenoptimierung	
• Kostensenkung • Wachsende Arbeitnehmerzufriedenheit • Zunehmende Mitarbeitertreue • Image-Verbesserung • Verbessertes Wissensmanagement • Geringerer Flächenaufwand für Büros • Schnellere Rechnungsstellung durch mobile Geräte	

Abbildung 23: Nutzenpotentiale des mobilen Internets im Unternehmen[38]

Langfristige strategische Vorteile ergeben sich dabei insbesondere aus einer besseren Ressourcennutzung (*Effizienz*). Ein zentraler Punkt ist eine mögliche Kostensenkung durch eine erhöhte Mitarbeiterproduktivität (vgl. Scherz 2008, S. 28). Durch eine verbesserte Informationsqualität und die ständige Einbindung von Mitarbeitern können diese qualitativ höherwertigere Leistungen (z. B. fundiertere Entscheidungen) in kürzerer Zeit erbringen (vgl. Schmidt 2001, S. 287). Neben einer möglichen Einsparung von Arbeitszeit (vgl. Löbbecke/Düppen 2001, S. 317f) pro Endprodukteinheit ergeben sich durch die Besonderheiten des mobilen Internets, insbesondere der ständigen Konnektivität und der Substitution physischer durch informatorische Mobilität (vgl. Abschnitt 3.1) nicht zu unterschätzende Einsparpotentiale z. B. bei Druckkosten und Reisekosten. In einzelnen Branchen kann auch durch den Wechsel zum Organisationsprinzip des „Shared

[38] Nach: Löbbecke/Düppen 2001, S. 311ff; Pflug 2002, S. 223; Scherz 2008, S. 30ff; Schmidt 2001, S. 287.

Desk“ (vgl. Schanz 2000, S. 700) ein geringerer Flächenbedarf für Büros erzielt werden (vgl. Pflug 2002, S. 223). Weitere langfristige Potentiale sind die durch flexiblere Arbeitsmöglichkeiten entstehende erhöhte Arbeitnehmerzufriedenheit und Mitarbeitertreue sowie eine Image-Verbesserung durch den Einsatz moderner Technologien.

Die dezentrale Erfassung von Wissen und die jederzeitige Abrufbarkeit desselben führt zu einem besseren Wissensmanagement; ebenso können aufgrund dieser Faktoren beispielsweise Rechnungsstellungprozesse beschleunigt und somit Einnahmen schneller realisiert werden (vgl. Pflug 2002, S. 223, Perridon/Steiner 2007, S. 133ff, Ross/Westerfield/Jaffe 2005, S. 753ff).

Unmittelbare Verbesserungen lassen sich in effizienzfördernden Prozessverbesserungen (vgl. Pflug 2002, S. 215) und mit Effektivitätssteigerungen erzielen. Geschäftsprozesse mit mobilen Anteilen können ohne Unterbrechung durchgängig ausgeführt werden. Eine Rückkehr zu einem Unternehmensstandort, um nach einer Datensynchronisation bereits dezentral begonnene Prozesse fortzuführen, ist nicht notwendig. Ebenso entfallen Medienbrüche (vgl. Löbbecke/Düppen 2001, S. 325), da Daten am Ort ihrer Entstehung digital erfasst werden können und nicht zunächst auf Papier notiert und später digitalisiert werden. Prozesse werden durch den Einsatz des mobilen Internets auf diese Art beschleunigt. Reaktionen auf Kundenanfragen können somit schneller erfolgen und zu einer höheren Kundenzufriedenheit führen (vgl. Scherz 2008, S. 28). Zeitkritische Prozesse werden durch diese schnellere Reaktion teilweise erst möglich.

Die *Effektivität* des Unternehmens erhöht sich durch technische Grundlagen. Zum einen erhöht sich die Qualität der mobil erfassten Daten, da diese zeitnah und im Kontext ihres Entstehens erfasst und konsistent übermittelt werden (vgl. Schmidt 2001, S. 270; Scherz 2008, S. 27). Übertragungsfehler – beispielsweise durch mündliche Übermittlung – entfallen, da die Korrektheit der Übermittlung durch eine digitale Ende-zu-Ende-Verbindung automatisch geprüft werden kann. Werden die Daten nicht händisch durch einen Mitarbeiter, sondern durch Sensoren erfasst, kann eine höhere Informationsmenge und -genauigkeit ermöglicht werden. Die als Eigenschaft des mobilen Internets genannte ständige Konnektivität (vgl. Abschnitt 3.1) ermöglicht zudem eine dauerhafte und lückenlose Überwachung von Maschinen und Situationen und somit eine jederzeitige Situationsbewertung und umgehende Reaktion in Notfällen. Mitarbeiter können durch einen jederzeitigen Informations- und Funktionszugang unternehmensinterne Dokumente abrufen und von jedem Ort aus Vorgänge auslösen (vgl. Scherz 2008, S. 27). Auch dies trägt zu schnelleren Reaktionen auf Kundenanfragen und in Notfällen bei.

3.4.3 Geschäftsprozessoptimierung durch mobiles Internet

Will man die Auswirkungen des Einsatzes von mobilem Internet betrachten, so muss diese Analyse auch auf der Prozessebene durchgeführt werden, da die Ein-

führung zu diversen Nutzenpotentialen (vgl. Abschnitt 3.4.2) führt und diese die Grundlage für weitergehende Effizienz- und Effektivitätsvorteile darstellen.

Wie der bereits diskutierten Abbildung 23 zu entnehmen ist, basieren die meisten erzielbaren Prozessverbesserungen letztendlich auf einer Verhinderung von Prozessunterbrechungen. Segev (2003, S. 94) hält genau dies für den „strategischen Wert der Mobilisierung eines Geschäftsprozesses". Durch die Nutzung des mobilen Internets können Prozessunterbrechungen behoben werden, die aufgrund einer Abhängigkeit von Ort, Zeit und Umfeld des Nutzers entstehen. Liegt eine solche Abhängigkeit vor, besteht ein Verbesserungspotential in Verbindung mit mobilem Internet (vgl. Scherz 2008, S. 102).

Ist ein verbesserbarer Prozess identifiziert, so ergeben sich acht generische Reorganisationsmöglichkeiten (nach Heilmann, zitiert nach: Steimer/Maier/Spinner 2001, S. 97ff), die in Abbildung 24 dargestellt sind.

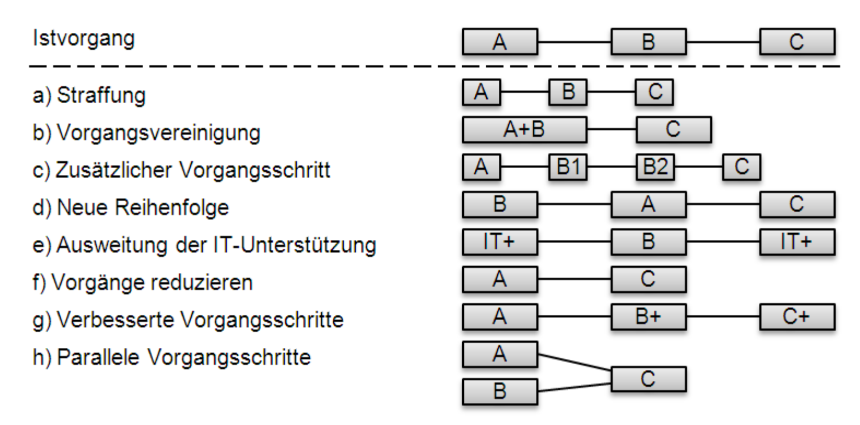


Abbildung 24: Prozess-Reorganisationsmöglichkeiten[39]

Durch eine zeitnähere Reaktion können Vorgänge beschleunigt werden (a). Durch die Entkopplung von (z. B. personellen oder gerätetechnischen) Abhängigkeiten ist eine Zusammenlegung von Vorgangsschritten (b) möglich. Mobiles Internet kann beispielsweise Prüfvorgänge als zusätzlich Vorgangsschritte (c) und somit potentiell Einsparungen ermöglichen. Mobiles Internet ermöglicht eine flexiblere Kommunikation zwischen Personen, weshalb neue – eventuell sinnvollere – Reihenfolgen möglich werden (d), ebenso kann eine Ausweitung der IT-Unterstützung (e) bis hin zur reinen Maschine-Maschine-Kommunikation realisiert werden.

Durch Tätigkeiten direkt vor Ort können andere Vorgänge überflüssig gemacht (f) oder Vorgangsschritte durch eine höhere Verfügbarkeit von Informationen verbessert (g) werden. Weiterhin können Zeitvorteile auch durch eine paral-

39 Nach: Steimer/Maier/Spinner 2001, S. 99.

lele Ausführung von Vorgangsschritten (h) generiert werden, die automatisiert ausgelöst werden können.

Beobachtungen aus Kapitel 3

B 3.1:	Das mobile Internet besitzt Spezifika, die seinen Einsatz in Unternehmen positiv erscheinen lassen. *Quelle: Abschnitt 3.1*
B 3.2:	Der innovative Anteil des mobilen Internets ist die Mobilität. *Quelle: Abschnitt 3.1*
B 3.3:	Es existieren zahlreiche Berufsgruppen und Branchen, die einen hohen Anteil mobiler Arbeit aufweisen und bei denen der Einsatz mobilen Internets daher sinnvoll seien könnte. *Quelle: Abschnitt 3.2*
B 3.4:	In und zwischen Unternehmen können zahlreiche Einsatzpotentiale des mobilen Internets identifiziert werden. *Quelle: Abschnitt 3.3*
B 3.5:	Die Einführung des mobilen Internets in Unternehmen führt zu einer Öffnung der Infrastruktur und einer Zentralisierung von Daten. *Quelle: Abschnitt 3.4*
B 3.6:	Die zwischenbetriebliche Nutzung von mobilem Internet wird häufig durch technische, organisatorische und soziale Faktoren behindert. Sie ist daher deutlich weniger erfolgversprechend als der innerbetriebliche Einsatz des mobilen Internets. *Quelle: Abschnitt 3.4.1*
B 3.7:	Der Einsatz mobilen Internets kann zu Effizienz- (v. a. Prozessverbesserung, Ressourcenoptimierung) und Effektivitätsvorteilen für Unternehmen führen. *Quelle: Abschnitt 3.4.2*

4 Technische Problemstellungen beim Einsatz von mobilem Internet in Unternehmen

Der Einsatz von mobilem Internet in Unternehmen führt zu zahlreichen technischen Problemen, die insbesondere bei der Konzeption und Entwicklung von Anwendungen für mobile Endgeräte berücksichtigt werden müssen und zu ökonomischen Folgewirkungen führen. Während die allgemeinen Herausforderungen des mobilen Internets weitgehend untersucht sind, ist in der Literatur jedoch keine strukturierte Herleitung für den Unternehmenskontext zu finden.

Daher werden in Abschnitt 4.1 zunächst die primären Veränderungen durch die Einführung von mobilem Internet in Unternehmen betrachtet, um Einflussfaktoren für Änderungen der Unternehmens-IT zu identifizieren. Auf dieser Basis werden entstehende Probleme untersucht (Abschnitte 4.3, 4.4), wobei zwei Sichtweisen – auf das einzelne Endgerät und die gesamte IT-Infrastruktur (vgl. Abschnitt 4.2) – zum Tragen kommen. In Abschnitt 4.5 werden die identifizierten Herausforderungen aus beiden Bereichen zu zentralen Themenfeldern aggregiert. Ihre Relevanz für Unternehmen wird später in einer Befragung (Kapitel 6) von CIOs bewertet und mögliche Lösungsansätze für die Herausforderungen werden anschließend in Kapitel 7 analysiert.

4.1 Identifikation von wesentlichen Einflussfaktoren

Die Einführung des mobilen Internets in Unternehmen hat zur Folge, dass mit mobilen Endgeräten eine weitere Art von Netzwerkendpunkten in die IT-Infrastruktur von Unternehmen (vgl. Abbildung 25) integriert wird.

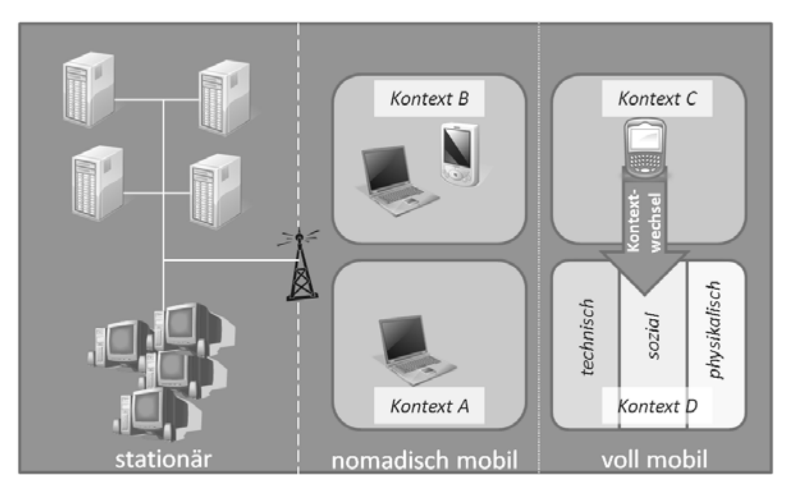


Abbildung 25: IT-Infrastruktur eines Unternehmens

Die IT-Infrastruktur erweitert sich um einen mobilen Bereich, der dadurch gekennzeichnet ist, dass die Endgeräte sich in spezifischen Kontexten befinden und diese während der Nutzung wechseln können. Der erste zentrale Unterschied zur bisherigen Situation ist also die *Mobilität der Endgeräte*, die zu Herausforderungen führt (Abschnitt 4.3; vgl. De Reuver/Bouwman/De Koning 2008, S. 89ff.; Banavar/Cohen/Soroker 2005, S. 66ff.; Dunlop/Brewster 2002, S. 234). Die bereits vor Einführung des mobilen Internets verwendeten Notebooks unterscheiden sich dabei durch die Art der Mobilität von Handhelds wie z. B. Smartphones: Notebooks sind nur nomadisch mobil, während Handhelds (vgl. Abschnitt 2.1.4.2) eine volle Mobilität aufweisen und hier somit die Nutzung während der Mobilität des Anwenders fortgeführt werden kann (vgl. Abschnitt 2.1.1).

Betrachtet man die Geräteklasse der Handhelds im Vergleich zu herkömmlichen stationären Rechnern, so fällt eine mangelnde Standardisierung und Kompatibilität auf Hard- und Softwareebene auf. Während bei stationären PCs auf Hardwareseite Industriestandards wie der IBM-PC und normierte Schnittstellen wie PCI oder ISA existieren und sich bestimmte Ein- und Ausgabemedien als Standard etabliert haben, ist dies im mobilen Bereich nur in weitaus geringerem Maße der Fall. Als Folge können Hardwarekomponenten und Betriebssysteme nicht beliebig ausgetauscht werden, der Wechsel zwischen Endgeräten wird für

den Nutzer erschwert und Anwendungen müssen an die konkreten Ein- und Ausgabemedien angepasst werden.

Zudem existiert im stationären Internet mit Microsoft Windows ein marktdominantes Betriebssystem für Endbenutzergeräte. Bei Handhelds dagegen existieren mehrere Betriebssysteme mit hohem Verbreitungsgrad (vgl. Abbildung 26, vgl. Abschnitt 2.1.4.3). Diese bilden Inselsysteme, zwischen denen ein Austausch, beispielsweise von Anwendungssoftware, nicht möglich ist.

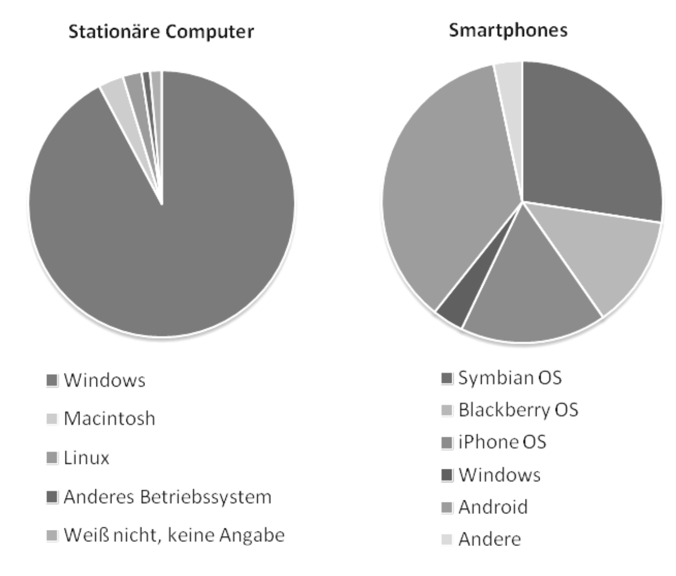


Abbildung 26: Marktanteile von Betriebssystemen im stationären und mobilen Bereich[40]

Ein zweiter wichtiger Einflussfaktor ist damit die *Heterogenität von Hard- und Software* (Abschnitt 4.4; vgl. Frederick/Lal 2009, S. 126ff.; Maaß/Pietsch 2009, S. 1446; Bieh 2008, S. 160ff.; König-Ries 2009, S. 67). Mobilität und Heterogenität als zentrale Einflussfaktoren (vgl. Caus 2010, S. 35ff.) werden daher im Nachfolgenden auf ihre Auswirkungen im Unternehmenskontext untersucht.

4.2 Sichtweisen der Untersuchung

Für die Betrachtung der Folgen von Mobilität und Heterogenität werden zwei verschiedene Sichtweisen eingenommen: Die auf ein einzelnes Endgerät (Abschnitt 4.2.1) und die auf die Menge von Endgeräten eines Unternehmens sowie die dafür nötige Infrastruktur (Abschnitt 4.2.2). Diese Sichtweisen werden in den

[40] Stationäre Computer: Nutzung von Betriebssystemen auf Computern nach Marken im Jahr 2010 (vgl. DESTATIS 2010); Smartphones: Marktanteile am Absatz von Smartphones weltweit im 1. Quartal 2011 nach Betriebssystem (vgl. DESTATIS 2011).

nachfolgenden Abschnitten geschildert und anschließend zur Betrachtung von Mobilität und Heterogenität genutzt. Sie dienen damit als Analyserahmen zur systematischen Identifikation von Problemen, für die – zur optimalen Nutzung des mobilen Internets in Unternehmen – Lösungen gefunden werden müssen.

4.2.1 Endgerät-orientierte Betrachtung

Betrachtet man die Hard- und Softwarekomponenten eines mobilen Endgeräts (vgl. Abschnitt 2.1.4), so kann ein Unternehmen vor allem auf die *Anwendungssoftware* eines Endgeräts Einfluss nehmen. Die Auswahl dienstlicher *Endgeräte* kann von der Unternehmens-IT zwar vorgenommen werden, jedoch unterstützt eine eng auf die Bedürfnisse und Erfahrungen des jeweiligen Mitarbeiters abgestimmte Endgerätewahl die Nutzbarkeit mobiler Endgeräte (Persönliche Sphäre, vgl. Abschnitt 3.1.2). Die Auswahl von *Betriebssystemen* hängt eng mit der Auswahl von Endgeräten zusammen: Betriebssysteme werden in der Regel ausschließlich mit bestimmten Endgeräten vertrieben und können nicht ohne Weiteres ersetzt werden. Als Entscheidungsspielraum für Unternehmen bleibt also die Auswahl und Gestaltung von Anwendungssystemen, weshalb im Nachfolgenden der Software-Lebenszyklus als Ausgangsgrundlage für die Endgerät-orientierte Betrachtung dient. An ihm können die Folgen von Mobilität und Heterogenität bei Betrachtung eines einzelnen Endgeräts systematisch erfasst werden.

„Der Software-Lebenszyklus (software life cycle) ist der Prozess der Entwicklung von Software-Produkten und kennzeichnet alle Phasen und Stadien dieser Produkte von ihrer Entwicklung, Einführung und Wartung bis zur ihrer Ablösung oder Beseitigung." (Dumke 2003, S. 18).

In der Literatur findet sich kein einheitlicher Software-Lebenszyklus, sondern je nach Verwendungszweck existieren unterschiedlich weitreichende und detaillierte Varianten (vgl. Dumke 2003, S. 18ff.; Moll et al. 2004, S. 427; Giesecke/Fünfrocken 2007, S. 878.; Störrle 2005, S. 3; ISO/IEC 12207). Eine vereinfachte Ausprägung des Software-Lebenszyklus zeigt Abbildung 27.

Zu Beginn des Zyklus werden der Bedarf und die marktliche Situation analysiert. Darauf basierend wird eine Entscheidung über Fremdbezug oder Eigenerstellung von Software getroffen. Der eigentliche Software-Lebenszyklus beginnt dann in Phase 1 mit der Auswahl einer Standardsoftware oder der Implementierung einer Individualsoftware. Phase 2 (Einführung) beinhaltet die Bereitstellung von Ressourcen und die Installation aller Systemkomponenten (vgl. Dumke 2003, S. 19). Phase 3 entspricht der Nutzung des Anwendungssystems. Phase 4 beinhaltet die Umstellung auf eine neue Softwareversion, die Wartung der Software oder die Ablösung derselben (vgl. Dumke 2003, S. 19; Stahlknecht/Hasenkamp 2004, S. 320ff.). Die vier Phasen nach Dumke (2003) dienen im Nachfolgenden zur Untersuchung der softwareseitigen Auswirkungen von Heterogenität und Mobilität.

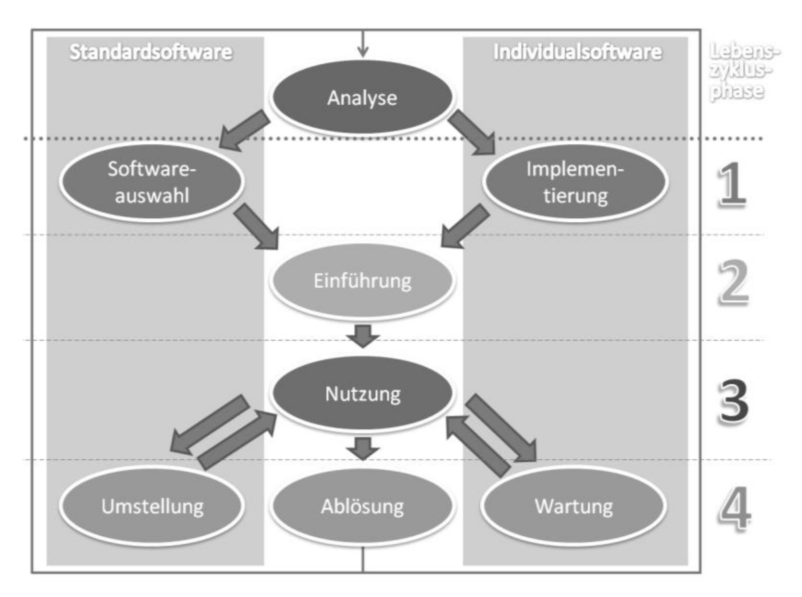


Abbildung 27: Vereinfachter Software-Lebenszyklus[41]

4.2.2 Infrastruktur-orientierte Betrachtung

Für den Begriff der Infrastruktur gibt es keine einheitliche Definition, was zum einen auf die historische Verwendung und zum anderen auf die sprachlichen Wurzeln des Begriffs zurückzuführen ist (vgl. Patig 2009). Im Sinne einer technischen IT-Infrastruktur sind neben Hard- und Software auch bauliche Einrichtungen gemeint, die für den Betrieb von Software nötig sind (vgl. OGC 2007, S. 199; Aebi 2004, S. 7f.). Betrachtet man die generische Unternehmens-IT-Infrastruktur (vgl. Abbildung 25) detaillierter und fokussiert sie auf die Einbindung mobiler Komponenten, so werden die relevanten technischen Komponenten und ihre Schnittstellen sichtbar. Eine solche Darstellung nach Robertson (2001) zeigt Abbildung 28.

Robertsons Modell lässt sich in sechs Komponenten aufteilen: Die *Endgeräte* (Klienten) greifen voll mobil, nomadisch mobil oder stationär über eine *Netzwerkkomponente* auf die Unternehmens-IT zu. Dort werden sie in einer *Integrationskomponente* über spezialisierte Applikationsserver oder Webserver mit den *Unternehmensanwendungen* verbunden. Parallel existieren *Management- und Sicherheits-Systeme*, die die IT-Infrastruktur verwalten und absichern (vgl. Berger/Lehner 2003, S. 91). Die sechs Komponenten der IT-Infrastruktur nach Robertson (2001) dienen der Untersuchung der infrastruktur-orientierten Herausforderungen von Mobilität und Heterogenität.

41 Nach: Dumke 2003, S. 18ff.; Moll et al. 2004, S. 427; Giesecke/Fünfrocken 2007, S. 878.

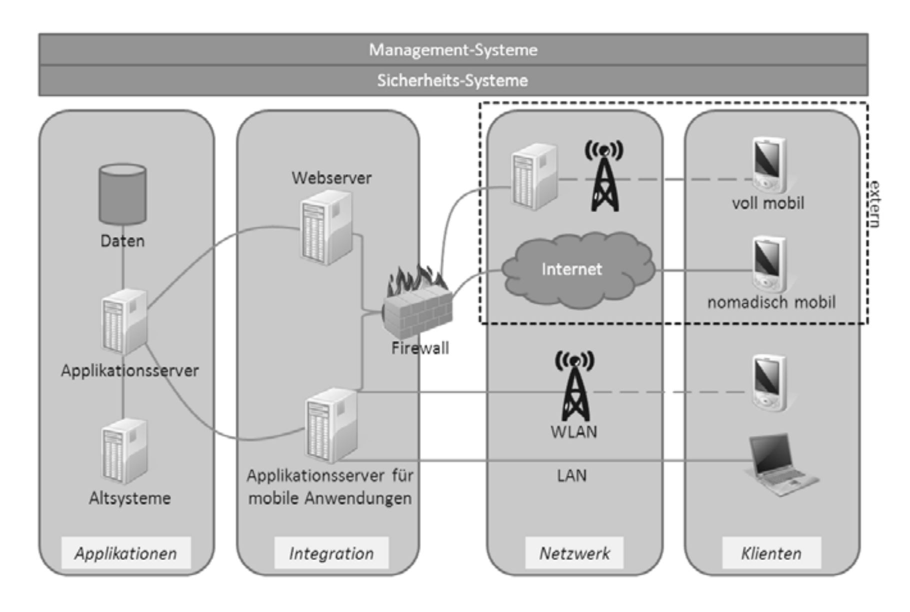


Abbildung 28: Detaillierte IT-Infrastruktur eines Unternehmens[42]

4.3 Mobilität im Unternehmenskontext

Die Mobilität der betrachteten Endgeräte kann – wie in Abschnitt 4.1 beschrieben – dadurch charakterisiert werden, dass diese sich in spezifischen Kontexten befinden und diese wechseln können (vgl. Abbildung 25). Kontexte lassen sich anhand der Eigenschaftenklassen „technisch", „sozial" und „physikalisch" charakterisieren (vgl. Schmidt/Beigl/Gellersen 1999, S. 896ff.; Schilit/Adams/Want 1994, S. 85ff.). Kontexte können im Sinn nomadischer Mobilität vorübergehend stationären Charakter haben (z. B. wechselnde Büros), vorübergehend konstant (z. B. in einem Café) oder volatil (z. B. Nutzung während der Bewegung) sein.

Im Nachfolgenden werden die mobilitätsbedingten Spezifika des mobilen Internets im Vergleich zur stationären Internetnutzung ermittelt. Dies geschieht durch Betrachtung eines generischen mobilen Kontexts, wobei der Kontextwechsel eine wichtige Rolle spielt (vgl. Perry et al. 2001, S. 324). Dabei erfolgt die Betrachtung getrennt nach den genannten Eigenschaftsklassen eines Kontexts.

Zu den *technischen Spezifika* (1) gehört die *Wechselhaftigkeit und Unsicherheit der Funkverbindung* (1a; vgl. Ballard 2007, S. 81). Handhelds können üblicherweise Verbindungen zu Mobilfunk- und WLAN-Netzen aufbauen, die einen Internetzugriff gestatten. Hierbei können verschiedene Standards zum Einsatz kommen (z. B. GSM, UMTS bei Mobilfunknetzen; IEEE 802.11i und IEEE 802.11h bei

---

[42] Nach: Robertson 2001, S. 10ff.

WLAN-Netzen; vgl. Hart/Hannan 2004, S. 202f.) und Empfangsstärke, Bandbreite und Latenz (vgl. Roth 2005, S. 45ff.; Smyth/Cotter 2003, S. 246) können sich ändern (vgl. Al-Hawamdeh 2004, S. 247ff.; Sarker/Wells 2003, S. 37; Wiberg/Ljungberg 1999, S. 157ff.). Zeitweilig kann auch gar keine Verbindung verfügbar sein. Funknetzwerke verwenden die potenziell unsichere Luftschnittstelle (vgl. BSI 2006) zur Datenübertragung. Ebenso als technisches Spezifikum kann die sich ändernde *Verfügbarkeit von externen Ressourcen* (1b) wie Scannern oder Druckern gelten (vgl. Perry et al. 2001, S. 324). Zum technischen Kontext gehört ebenfalls das Endgerät selbst, welches aus Mobilitätsgründen *beschränkte Eingabemöglichkeiten* (1c; vgl. Al-Hawamdeh 2004, S. 247ff.; Meier/Stormer 2005, S. 184f.), *beschränkte Ressourcen* (Arbeitsspeicher, Prozessorleistung, Akkumulatorkapazität; 1d; vgl. Al-Hawamdeh 2004, S. 247ff.; Hart/Hannan 2004, S. 203f.; Smyth/Cotter 2003, S. 246; Wiberg/Ljungberg 1999, S. 157ff.; Chae/Kim 2003, S. 241) und *beschränkte Ausgabemöglichkeiten* (1e; vgl. Hart/Hannan 2004, S. 201; Dunlop/Brewster 2002, S. 235) aufweist (vgl. Ballard 2007, S. 72). Zudem besitzen mobile Endgeräte die Möglichkeit der *Kontextsensitivität* (1f; vgl. Reichwald/Meier/Fremuth 2002, S. 11; Banavar/Cohen/Soroker 2005, S. 66ff.): Sie können direkt über Sensoren oder indirekt z. B. über das Mobilfunknetz Eigenschaften ihrer Umgebung erfassen.

Teil der *sozialen Spezifika* (2) sind die *Personen in der Umgebung* (2a; vgl. Hanekop/Wittke 2006, S. 114). Diese können wechselnd und dem Nutzer unbekannt sein. Darüber hinaus bringt der Nutzer dem Endgerät eine im Vergleich zum stationären Internet *reduzierte Aufmerksamkeit* (2b; vgl. Clement 2002, S. 37; Ballard 2007, S. 12) entgegen. Er befindet sich ggf. in einem durch besondere physikalische Eigenschaften (z. B. Lautstärke) geprägten Kontext oder wird durch andere Personen in der Umgebung abgelenkt. Ebenso ist die mobile Nutzungssituation geprägt durch deutlich *kürzere Nutzungsphasen* (2c; vgl. Zobel 2001, S. 116; Maaß/Pietsch 2009, S. 1447), da der Nutzer Handhelds häufig zum Überbrücken von Warte- und Reisezeiten nutzt (vgl. Hanekop/Wittke 2006, S. 114). Zu den sozialen Spezifika gehört ebenfalls der Nutzer, welcher sich – unter anderem aufgrund des ständigen Mitführens des Endgeräts – in seinem Endgerät eine *persönliche Sphäre* (2d; vgl. Chae/Kim 2003, S. 240; Ballard 2007, S. 79) einrichtet und nun, wenn gewünscht, *ständiger Erreichbarkeit* (2e; vgl. Sarker/Wells 2003, S. 38; Chae/Kim 2003, S. 241; Reichwald/Meier/Fremuth 2002, S. 11) unterliegt.

Zu den *physikalischen Spezifika* (3) gehören Umgebungsvariablen, die den Endgerätebetrieb beeinflussen können wie *Temperatur* (3a), *Luftfeuchtigkeit* (3b) oder die die Nutzung ggf. erschweren können, wie z. B. die *Beleuchtung* (3c) oder *Lautstärke* (3d; vgl. Perry et al. 2001, S. 324). Beeinträchtigungen aufgrund der letzten beiden Merkmale können durch veränderte Geräteeinstellungen teilweise vermindert werden (vgl. Schilit/Adams/Want 1994, S. 85ff.). Ein wichtiges Merkmal ist der aktuelle *geographische Ort* (3e), der sich mit Kontextwechseln ändert (vgl. Junglas/Watson 2008, S. 65ff.).

Zwischen diesen drei Eigenschaftsgruppen bestehen vielfältige Wechselwirkungen, so können die Eigenschaften des aktuellen geographischen Orts beispielsweise Einfluss auf die Netzwerkverfügbarkeit haben.[43]

4.3.1 Endgerät-orientierte Betrachtung

Gleicht man den Software-Lebenszyklus (vgl. Abschnitt 4.2.1) mit den mobilitätsinduzierten Spezifika mobiler Endgeräte (vgl. Abschnitt 4.3) ab, so stellt man die ersten Auswirkungen in *Phase 1* fest. In dieser Phase haben die mobilitätsinduzierten Spezifika (vgl. Abschnitt 4.3) indirekte Auswirkungen, da sie bei der Auswahl oder Implementierung von Software berücksichtigt werden müssen. So ist beispielsweise eine Maßnahme bei kurzfristig unterbrochener Funkverbindung (1a) vorzusehen. In Phase 1 müssen also die Herausforderungen der späteren Phasen antizipiert und konzeptionell gelöst werden.

In *Phase 2* (Einführung) und *Phase 4* (Wartung) ergeben sich aufgrund der Ortsflexibilität (3e) Probleme: Da die Endgeräte nicht kontinuierlich an einem Ort befindlich sind, können Installationen nicht ohne Weiteres vorgenommen werden. Insbesondere aufgrund der persönlichen Sphäre (2d) und der zunehmenden Integration vieler alltäglich benötigter Funktionalitäten (vgl. Hess/Rauscher 2006, S. 5) geben Mitarbeiter ihr Endgerät nicht zur Softwarewartung oder -installation ab. Darüber hinaus muss auch die Softwareumgebung auf den mobilen Endgeräten, bestehend aus Betriebssystem und Laufzeitumgebungen (vgl. Abschnitt 2.1.4) ggf. aktualisiert werden. Der softwareseitige Zustand ist aber aus dem bereits erläuterten Grund nur schwer ermittelbar. Das Problem, dass das Endgerät nicht für die IT-Abteilung physisch verfügbar ist, entsteht ebenfalls in *Phase 4*, in der eine Umstellung auf eine neue Softwareversion, die Wartung der Software oder die Ablösung erfolgen.

Den größten Einfluss hat Mobilität auf die Nutzung von mobilen Endgeräten (*Phase 3*). Ein Großteil der ermittelten Spezifika (vgl. Kapitel 4.3) löst hier Herausforderungen aus. Die Wechselhaftigkeit der Funkverbindung (1a) verursacht Bedarf nach einer Überbrückungslösung für eingehenden und ausgehenden Datenverkehr (vgl. Lee/Schneider/Schell 2004, S. 35f.). Die schwankende Verfügbarkeit externer Ressourcen (1b) stellt genauso eine eigenständige Herausforderung dar, wie beschränkte interne Ressourcen (1d) und Ausgabemöglichkeiten (1e). Durch die eingeschränkten Eingabemöglichkeiten (1c) in Kombination mit der reduzierten Aufmerksamkeit (2b) entsteht Bedarf nach einer optimalen Usability von mobilen Anwendungen. Wechselnde Beleuchtung (3c) und Lautstärke (3d) führen zu einer notwendigen Adaption des Endgeräteverhaltens an den Nutzer und seinen Kontext. Einen Überblick der ermittelten Herausforderungen aus der Endgerät-orientierten Betrachtung gibt Tabelle 9.

---

[43] Eine grafische Übersicht der Herausforderungen findet sich in Anhang A1.

Tabelle 9: Endgerät-orientierte Herausforderungen durch Mobilität

#	Herausforderung	Lebenszyklusphase (primär)
I	Geräte für IT-Abteilung nicht mit physischem Zugriff wartbar	Phasen 2, 4
II	Zustand der Softwareumgebung nicht direkt ermittelbar	Phase 2
III	Schwankende Funkverbindung	Phase 3
IV	Schwankende Verfügbarkeit externer Ressourcen	Phase 3
V	Beschränkte interne Ressourcen	Phase 3
VI	Beschränkte Ausgabemöglichkeiten	Phase 3
VII	Beschränkte Eingabemöglichkeiten	Phase 3
VIII	Adaption des Endgeräteverhaltens	Phase 3

4.3.2 Infrastruktur-orientierte Betrachtung

Mobilitätsbedingte Herausforderungen lassen sich in der Netzwerkkomponente, der Integrationskomponente und in den Management- und Sicherheitssystemen der IT-Infrastruktur (vgl. Abbildung 25) nachweisen. In der *Netzwerkkomponente* ergibt sich aufgrund der Unsicherheit der Funkverbindung (1a), ausgelöst durch die Nutzung der Luftschnittstelle (vgl. BSI 2006), der Bedarf nach einer Absicherung des Datenverkehrs zwischen Firewall und Endgerät gegen Abhören. Dies erfordert auch eine eindeutige Identifikation des Endgeräts bzw. seines Nutzers. Unter anderem durch die Ortsflexibilität (3e), kürzere Nutzungsphasen (2c) und die ständige Erreichbarkeit (2e) müssen mobile Endgeräte auf besondere Weise in die IT-Anwendungssysteme eingebunden werden (*Integrationskomponente*). Um einen über den mobilen Datenzugriff hinausgehenden Nutzen zu schaffen, ist zudem eine Veränderung der Geschäftsprozesse nötig (vgl. Khodawandi/Pousttchi/Winnewisser 2003, S. 2; Hammer 1990, S. 104ff.). Werden Daten auf dem Endgerät gespeichert, muss ein automatisierter Datenabgleich zwischen Klient und Server erfolgen können (vgl. Hansmann et al. 2003, S. 387ff.).

Auch die *Management- und Sicherheitssysteme* werden durch die Mobilität der Endgeräte beeinflusst: Aufgrund der kompakten Bauweise und der wechselnden Personen in der Umgebung (2a) werden mobile Endgeräte häufiger verloren oder gestohlen (vgl. Hohenberg/Rufera 2004, S. 33ff.). Für diesen Fall müssen Maßnahmen getroffen werden, mit denen auf dem Gerät gespeicherte Daten sowie der Zugang zum Unternehmensnetzwerk vor Missbrauch geschützt werden kann. Die

Ortsflexibilität der Endgeräte (3e) erschwert zudem die IT-Inventarisierung und Überwachung der Endgeräte, beispielsweise in Bezug auf ihre Softwareaktualität und Schadprogrammfreiheit (vgl. Fritsch 2009, S. 6ff.).

Tabelle 10: Infrastruktur-orientierte Herausforderungen durch Mobilität

#	Herausforderung	Modellkomponente (primär)
IX	Verbindung über potenziell unsicheres Netzwerk	Netzwerk
X	Integration der mobilen Endgeräte in Geschäftsprozesse	Integration
XI	Datenabgleich zwischen Endgerät und Server	Integration
XII	Häufiger Verlust mobiler Endgeräte	Sicherheit
XIII	Inventarisierung und Überwachung der Endgeräte	Management

4.4 Heterogenität im Unternehmenskontext

Die Heterogenität mobiler Endgeräte wird sowohl bei den offensichtlichen Differenzen zwischen Geräteklassen (z. B. Mobiltelefon vs. Tablet-PC), als auch bei einzelnen Instanzen einer Geräteklasse (Mobiltelefon vs. Mobiltelefon; vgl. Fitzek/Reichert 2007) sichtbar. Unterschiede finden sich sowohl auf der Hardwareebene (z. B. Interaktion mittels Zifferntastatur vs. Multi-Touch-Display; NFC vs. Bluetooth als Schnittstellentechnologie) als auch auf der Softwareebene (differente Betriebssysteme, native vs. nicht-native Anwendungssysteme, verschiedene Java-Versionen, verschiedene Laufzeitumgebungen (RTE))[44].

Das mobile Internet besteht aus drei Komponenten: Einer *Server-Infrastruktur* (a), die Dienste bereit stellt, einem *mobilen Endgerät* (b), welches diese nutzt und der *Datenübertragung* (c), welche beide verbindet (vgl. Christmann et al. 2009, S. 410). Für die *Serverkomponente* (a) und die *Übertragungstechnologien* (c) liegen standardisierte Protokolle (z. B. TCP/IP, HTTP; vgl. Lehner 2003, S. 140f) und Übertragungsstandards wie UMTS oder GSM (vgl. Fuchß 2009, S. 58ff) vor, welche die Heterogenität überwinden. Anders ist dies im Bereich der *mobilen Endgeräte* (b), hier ist Heterogenität auf allen Ebenen zu finden (siehe Abbildung 29). Daher wird bei der Betrachtung der Heterogenität im mobilen Internet hierauf fokussiert.

---

[44] Zur Stabilität des Phänomens „Heterogenität" im mobilen Internet vgl. Christmann/Hagenhoff/Caus 2010, S. 9ff.

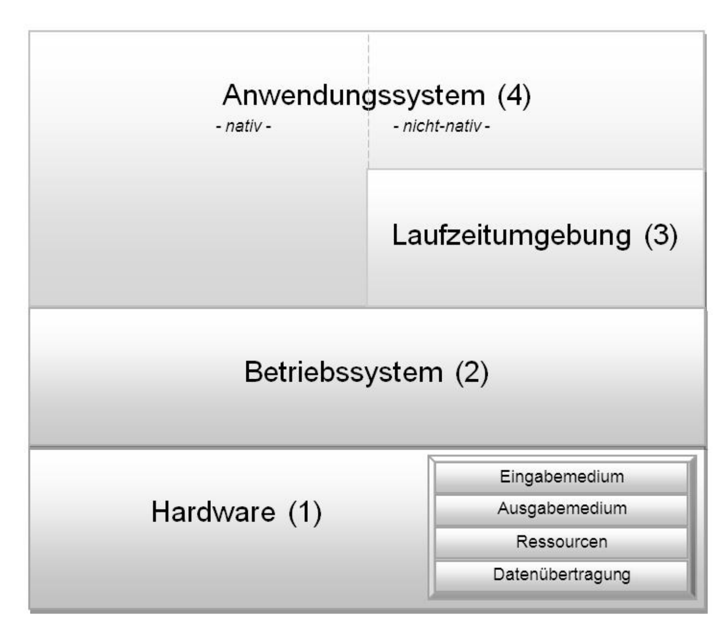


Abbildung 29: Ebenen der Heterogenität bei Betriebssystemen für mobile Endgeräte

Heterogenität findet sich zunächst bei *Hardware (1)*, welche sich von Endgerät zu Endgerät in der Regel unterscheidet:

> *Eingabemedium (1a):* Für mobile Endgeräte existieren verschiedene Eingabemöglichkeiten wie z. B. Touchscreens, volle QWERTZ-Tastaturen, Nummerntasten, Trackpad oder Trackballs (vgl. Alby 2008, S. 65f).
>
> *Ausgabemedium (1b):* Displays können eine unterschiedliche Größe, Auflösung und Farbtiefe aufweisen (vgl. Bieh 2008, S. 68f).
>
> *Ressourcen (1c):* Verschieden hohe Speicherkapazitäten bei flüchtigem und persistentem Speicher, unterschiedliche Akkumulatorkapazitäten und Prozessoren mit verschiedenen Leistungsstärken (vgl. Lehner 2003) sind zu finden.
>
> *Nutzung von Datenübertragungstechnologien (1d)*: Neben dem Zugang zu Mobilfunknetzen wie z. B. UMTS, GSM oder LTE können mobile Endgeräte auch Verbindungen mittels PAN-Technologien wie Bluetooth aufnehmen. Bandbreite, Latenz und Geschwindigkeit können sich je nach Standort und Technologie unterscheiden (vgl. Turowski/Pousttchi 2004, Reichwald 2002, S. 338).

Betriebssysteme (2) stellen eine Abstraktionsschicht zwischen Anwendungen und Hardware dar. Sie bieten Basisfunktionalitäten für Anwendungen (vgl. Tanenbaum 2003, S. 16f), die häufig benötigt werden. Im mobilen Internet existiert keine Monopolbildung bei mobilen Betriebssystemen. Darüber hinaus können auch mehrere Versionen eines Betriebssystems (mit unterschiedlichem Funktionsumfang) in Unternehmen gleichzeitig im Einsatz sein (vgl. Abschnitt 2.1.4.3).

Laufzeitumgebungen (3) dienen der Vereinfachung der Anwendungsentwicklung, da sie häufig benötigte Funktionalitäten für Anwendungen bereitstellen. Zudem ermöglichen sie durch eine Abstraktion zwischen Anwendungssoftware und Betriebssystem eine plattformübergreifende Entwicklung von Anwendungen. Häufig garantiert jedoch die Existenz einer Laufzeitumgebung auf einem Endgerät noch nicht die Ablauffähigkeit einer Anwendung. Die Java Micro Edition, als weit verbreitete Laufzeitumgebung (Java ME; vgl. Roth 2005, S. 419ff; Christmann/Caus/Hagenhoff 2008, S. 193), besteht beispielsweise aus mehreren Teilkomponenten: So genannten Konfigurationen, Profilen und APIs (z. B. Location API, Bluetooth API, vgl. Gu/Mukundan/Billinghurst 2008). Unterstützt das Endgerät eine der Teilkomponenten nicht, so kann die Anwendung nicht oder nicht vollständig ausgeführt werden.

Bei *Anwendungssystemen (4)* sind zwei Varianten zu unterscheiden: Native Anwendungen werden direkt auf dem Betriebssystem (2) ausgeführt. Nicht-native Anwendungen dagegen benötigen eine der der bereits beschriebenen Laufzeitumgebungen (3). Anwendungssoftware unterscheidet sich naturgemäß von Endgerät zu Endgerät, da diese vom Benutzer in der Regel frei installiert und auch wieder deinstalliert werden kann (vgl. Abschnitt 2.1.4.4). Wichtig zu betrachten sind hierbei für die Nutzung von mobilen Endgeräten zwei besondere Anzeigeprogramme:

> *Webbrowser (4a)* stellen (X)HTML-basierten Inhalt aus dem World Wide Web da (vgl. Horn 1999, S. 50; Klau 1995, S. 275; Koch 2009, S. 8). Im stationären Internet werden vermehrt Anwendungen so programmiert, dass sie im Webbrowser als spezieller Laufzeitumgebung (Runtime Environment, RTE) ablaufen (vgl. Buxmann/Hess/Lehmann 2008, S. 500f). Webbrowser können mittlerweile sowohl als Anwendungsprogramme als auch als RTE eingeordnet werden; im klassischen Webmodell sind sie nur Ersteres (vgl. Abschnitt 2.1.4.5). Es existieren verschiedene Webbrowser mit unterschiedlichen Funktionalitäten, die zudem noch durch zusätzlich installierbare Plugins erweitert werden können (vgl. Voigts/Christmann/Hagenhoff 2011, S. 18ff.).
>
> *Anzeigeprogramme (4b)* determinieren, welche Dokument- und Medienformate (z. B. Adobe PDF, Microsoft Word) auf einem mobilen Endgerät dargestellt bzw. wiedergegeben werden können. Sie werden häufig im Zusammenhang mit unternehmensspezifischen Anwendungen eingesetzt, weshalb ihr mögliches Fehlen eine Herausforderung darstellt.

4.4.1 Endgerät-orientierte Betrachtung

Die Heterogenität von Hard- und Software (1, 2) spielt eine wichtige Rolle in der Auswahl- oder Implementierungsphase (*Phase 1*) des Softwarelebenszyklus. Die Auswahl einer Standardsoftware wird dadurch erschwert, dass bestehende Softwareprodukte häufig nur für einzelne oder eine eingeschränkte Auswahl von Betriebssystemen verfügbar sind (vgl. Abschnitt 5.3). Hierdurch werden entweder die Auswahlmöglichkeiten eingeschränkt oder das Unternehmen ist zur Beschränkung seiner Endgeräteflotte genötigt.

Bei einer Implementierung müssen bei einer nativen Entwicklung verschiedene Anwendungsvarianten für die unterschiedlichen Betriebssysteme (2) entwickelt werden (vgl. Wasserman 2010, S. 398ff.; Dern 2010, S. 14f.), weshalb verschiedene Entwicklungsumgebungen und entsprechend ausgebildete Entwickler vorgehalten werden müssen. Bei einer plattformübergreifenden Anwendungsentwicklung müssen ggf. unterschiedliche Anwendungsvarianten für verschiedene Konfigurationen einer Laufzeitumgebung (3, z. B. Profile oder Konfigurationen bei Java ME, vgl. Breymann/Mosemann 2006, S. 19f., Gu/Mukundan/Billinghurst 2008; Caus/Christmann/Hagenhoff 2009; oder unterschiedliche Schnittstellen bei Webbrowsern, 4a; vgl. PhoneGap 2010) implementiert werden. Unterschiedliche Ein- (1a) und Ausgabemedien (1b) sowie unterschiedlich dimensionierte Ressourcen müssen bei der Entwicklung berücksichtigt werden, Anwendungen müssen sich an diese anpassen (vgl. Alby 2008, S. 65f.; Bieh 2008, S. 68f.).

Tabelle 11: Endgerät-orientierte Herausforderungen durch Heterogenität

#	Herausforderung	Lebenszyklus-Phase (primär)
XIV	Anwendungen in der Regel nicht auf allen Endgeräten ablauffähig	Phase 1
XV	Unterschiedliche Eingabemöglichkeiten vorhanden	Phase 1
XVI	Unterschiedliche Ausgabemöglichkeiten vorhanden	Phase 1
XVII	Unterschiedliche dimensionierte Ressourcen vorhanden	Phase 1
XVIII	Unterschiedlich leistungsstarke Datenübertragungstechnologien vorhanden	Phase 1

Ebenso muss die je nach verfügbarer Datenübertragungstechnologie (1d) variierende Qualität der Datenverbindung in der Programmkonzeption berücksichtigt werden (vgl. Reichwald 2002, S. 338). Dies erhöht die Komplexität der Anwen-

dungsentwicklung und damit die Kosten sowohl für den Fremdbezug als auch für die Eigenerstellung von Software.

4.4.2 Infrastruktur-orientierte Betrachtung

Heterogenität verursacht primär Herausforderungen für die *Management- und Sicherheits-Systeme* einer IT-Infrastruktur. Da mobile Betriebssysteme in der Regel Inselsysteme bilden, zwischen denen beispielsweise keine Anwendungssoftware ausgetauscht werden kann (vgl. Walgenbach 2007), müssen ggf. für spezifische Einsatzzwecke mehrere Systeme parallel existieren. Dies kann beispielsweise für die Inventarisierung und Überwachung (vgl. OMA 2011) sowie die Absicherung der Endgeräte (z. B. Durchsetzung von Firmenpolicies auf Endgeräten, Virenscan, Möglichkeit zur Fernlöschung von Daten im Diebstahlfall; vgl. Thompson 2011) zutreffen. Andererseits können die Hersteller von Betriebssystemen auch die möglichen Distributionswege für mobile Anwendungen (vgl. Caus/Christmann/Hagenhoff 2010, S. 244ff.) festlegen, weshalb für verschiedene Betriebssysteme unterschiedliche Distributionskanäle im Unternehmen existieren können.

Tabelle 12: Infrastruktur-orientierte Herausforderungen durch Heterogenität

#	Herausforderung	Modell-komponente (primär)
XIX	Inventarisierung und Überwachung der Endgeräte	Management
XX	Installation und Aktualisierung mobiler Anwendungen	Management
XXI	Verwaltung von Anwendungsvarianten	Management
XXII	Gewährleistung der Endgerätesicherheit	Sicherheit

4.5 Aggregation der Ergebnisse

Führt man die zuvor genannten Herausforderungen, ausgelöst durch Heterogenität und Mobilität, zusammen, so ergeben sich sieben Themenkomplexe mit technischen Herausforderungen, denen beim Einsatz von mobilem Internet in Unternehmen begegnet werden muss:

> *Endgerätemanagement:* Mobile Endgeräte müssen inventarisiert und ihr Zustand überwacht werden (Herausforderungen I, II, XIII, XIX).

Netzwerkverbindung: Anwendungen müssen so implementiert werden, dass sie mit Übertragungstechnologien variierender Qualität und Verbindungsabbrüchen umgehen können (Herausforderungen III, XVIII).

Optimierung für spezielles Endgerät und seinen Kontext: Anwendungen müssen sich an das konkrete Endgerät (Ein- und Ausgabemöglichkeiten, zur Verfügung stehende Ressourcen) und seinen Kontext anpassen können (Herausforderungen III, IV, V, VI, VII, VIII, XV, XVI, XVII, XVIII).

Datensicherheit: Verbindung und Endgerät müssen abgesichert werden (Herausforderungen IX, XII, XXII).

Integration: Mobile Endgeräte müssen in das Unternehmensnetzwerk eingebunden werden (Herausforderungen X, XI).

Anwendungsvarianten: Für verschiedene Betriebssysteme müssen unterschiedliche Varianten von Anwendungen erstellt und verwaltet werden (Herausforderungen XIV, XXI).

Softwaredeployment: Anwendungen müssen auf mobilen Endgeräten installiert und aktualisiert werden können (Herausforderungen I, XX).

Diese technischen Herausforderungen erhöhen die Komplexität der Anwendungsentwicklung oder erfordern eine Erweiterung der IT-Systemlandschaft, beispielsweise durch die Einführung neuer Systeme zum Verwalten von Endgeräten oder der Distribution von Anwendungen. Ihre Lösung ermöglicht teilweise erst den Einsatz von mobilem Internet in Unternehmen (z. B. Gewährleistung von Datensicherheit) oder verbessert die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes (z. B. automatische Erstellung von Anwendungsvarianten). Mögliche Lösungsansätze für diese Herausforderungen werden in Kapitel 8 untersucht und bewertet.

Beobachtungen aus Kapitel 4

B 4.1:	Zentrale Einflussfaktoren für Herausforderungen des mobilen Internets in Unternehmen sind die Mobilität der Endgeräte und die Heterogenität von Hard- und Software. *Quelle: Abschnitt* 4.1
B 4.2:	Sowohl bei der Entwicklung von Anwendungssystemen, die mobile Clients beinhalten, als auch bei der Einbindung mobiler Endgeräte in die IT-Infrastruktur von Unternehmen müssen die spezifischen Charakteristika des mobilen Internets berücksichtigt werden. *Quelle: Abschnitt* 4.2
B 4.3:	Die Nutzung mobiler Endgeräte unterscheidet sich eindeutig von der stationärer Endgeräte. *Quelle: Abschnitt* 4.3
B 4.4:	Heterogenität ist bei allen Komponenten mobiler Endgeräte identifizierbar. *Quelle: Abschnitt* 4.4
B 4.5:	Es existieren acht zentrale Problemfelder des Einsatzes von mobilem Internet in Unternehmen: Endgerätemanagement, Netzwerkverbindung, Optimierung für spezifisches Endgerät, Datensicherheit, Integration, Anwendungsvarianten und Softwaredeployment. *Quelle: Abschnitt* 4.5

5 Fallstudienuntersuchung beispielhafter Anwendungen für mobile Endgeräte

In diesem Kapitel werden verschiedene Anwendungen für mobile Endgeräte in Fallstudien (vgl. Yin 2002, S. 126ff.) vorgestellt und von technischer und betriebswirtschaftlicher Seite her beschrieben. Ziel ist es, Charakteristika von Anwendungen für mobile Endgeräte im Unternehmensbereich zu erkennen und diese mit Anwendungen im B2C-Bereich zu vergleichen, um Unterschiede und Ähnlichkeiten zu ermitteln. Hierdurch kann geklärt werden, ob für mobile Lösungen im Unternehmenskontext andere Lösungsansätze für Herausforderungen gefunden werden müssen. Die Fallstudienuntersuchung bildet gleichzeitig eine Grundlage für die empirische Untersuchung in Kapitel 6.

Dazu wird nun zunächst die Systematik der Fallstudiendarstellung in Abschnitt 5.1 dargestellt, diese in Abschnitt 5.2 auf sechs beispielhafte Anwendungen für mobile Endgeräte angewandt und abschließend eine vergleichende Zusammenfassung in Abschnitt 5.3 gegeben. Hierbei werden übergreifende Charakteristika und Kategorisierungsmöglichkeiten erkannt. Ergänzend werden die Ergebnisse in Abschnitt 5.4 mit entsprechenden Fallstudien aus dem Endkundenbereich verglichen.

5.1 Struktur der Fallstudiendarstellung

Für die Beschreibung der Fallstudien werden zwei Sichtweisen eingenommen (vgl. Abbildung 30), eine technische und eine betriebswirtschaftliche.

Unternehmensbeschreibung

Technische Betrachtung
- Unterstützte Endgeräte (5.1.1.1)
- Verwendete Technologien (5.1.1.2)
- Softwarearchitektur (5.1.1.3)
- Sicherheit und Integration (5.1.1.4)

Betriebswirtschaftliche Betrachtung
- Nutzen (5.1.2.1)
- Kosten (5.1.2.2)

Abbildung 30: Struktur der Fallstudiendarstellung[45]

Die Struktur lehnt sich hierbei an das Untersuchungsvorgehen von Hess et al. (2005, S. 6) an.

5.1.1 Technische Betrachtung

Ausgehend vom Komponentenmodell mobiler Endgeräte (siehe Abschnitt 2.1.4) werden pro Fallstudie die Endgeräte (Abschnitt 5.1.1.1) betrachtet, die für die jeweilige Anwendung verwendet werden können. Anschließend wird auf die verwendeten Kommunikationstechnologien (Abschnitt 5.1.1.2) und auf die Architektur des Softwaresystems (Abschnitt 5.1.1.3) eingegangen. Eine Unternehmensbefragung hat ergeben, dass zentrale technische Gründe für eine Nichtnutzung des mobilen Internets in Unternehmen fehlende Sicherheit und hohe Integrationskosten (Abschnitt 5.1.1.4) sind (vgl. techconsult 2003, S. 60ff.; Stockhausen 2009, S. 39f.; Berger/Lehner 2003, S. 91f.). Daher werden diese Aspekte ergänzend betrachtet.

5.1.1.1 Unterstützte Endgeräte

Mobile Anwendungen können für verschiedene *Endgeräteklassen (A)* programmiert und optimiert werden. Mögliche Ausprägungen sind die Klassen Mobiltelefon/Smartphone, PDA, Tablet, Notebook oder Spezialgeräte (vgl. Abschnitt 2.1.4.2).

Anwendungen können plattformabhängig für ein bestimmtes *Betriebssystem (B)* oder plattformübergreifend – beispielsweise mit Technologien wie Java ME –

45 In Anlehnung an Hess et al. 2005, S. 6.

programmiert werden (vgl. Abschnitt 2.1.4.3). In letzterem Fall muss auf dem Endgerät eine Laufzeitumgebung zur Verfügung stehen, die für jedes zu unterstützende Betriebssystem angepasst werden muss. Mobile Anwendungen sind daher nur auf einer begrenzten Anzahl von Betriebssystemen lauffähig, die in jeder Fallstudie erfasst wird. Mögliche Ausprägungen sind Windows Mobile/Phone von Microsoft, Symbian OS von Nokia, Apples iOS, Android von Google/OHA, webOS von HP und RIM BlackBerry OS (vgl. Abschnitt 2.1.4.3).

5.1.1.2 Verwendete Technologien

Aus technischer Sicht ist zu betrachten, welche Technologien die Anwendung nutzt. Hierbei ist an die bereits in Abschnitt 2.1.4.1 diskutierten *mobilen Datenübertragungstechnologien (C)* (z. B. WiMAX, WLAN, Bluetooth, GSM, UMTS, HSCSD, HSDPA, EDGE) genauso zu denken, wie an *Lokalisierungsmethoden (D)* für die Herstellung eines Ortsbezugs. Dies kann über eine Zellortung mit Hilfe des Mobilfunknetzes (vgl. Linzmaier 2005, S. 14), das satellitenbasierte Global Positioning System (GPS, vgl. Frerichs 1998) oder äquivalente Systeme (z. B. GLONASS, Galileo) erfolgen. Die Lokalisierung kann jedoch auch indirekt geschehen, beispielsweise in dem das mobile Endgerät einen lokalen Kommunikationspartner erkennt, dessen Position bekannt ist. Dies ist beispielsweise über Technologien wie Radio Frequency Identifikation (RFID, vgl. Melski 2006, Kern 2006) oder das technisch verwandte Near Field Communication (NFC, vgl. Falke et al. 2007, S. 3; Madlmayr/Langer/Scharinger 2008, S. 95ff.) möglich (vgl. Christmann/Becker /Hagenhoff 2012).

Die Festlegung der Übertragungstechnologien hat direkte Auswirkungen auf die betriebswirtschaftliche Sichtweise, da bei Nutzung von Mobilfunknetzen ggf. nicht unerhebliche Kosten für die Datenübertragung entstehen können.

5.1.1.3 Softwarearchitektur

Engen Bezug zur Betriebssystemabdeckung hat die *Architektur des Anwendungssystems (E)*. Architektur meint hierbei die „grundlegende Organisation eines Systems, dargestellt durch dessen Komponenten, deren Beziehungen zueinander und zur Umgebung sowie den Prinzipien, die den Entwurf und die Evolution des Systems bestimmen“ (Hasselbring 2006, zu weiteren Begriffsdefinitionen vgl. Lonthoff 2007, S. 69ff.).

Anwendungen für mobile Endgeräte folgen dabei in aller Regel dem Client-Server-Architekturprinzip, welches eine Aufteilung in zwei Komponenten zur Folge hat: Eine Clientsoftware, mit welcher der Benutzer arbeitet und ein – zumeist entfernter – Server, welcher Daten langfristig speichert und Funktionen übernimmt, die ggf. die Kapazitäten des Benutzerendgeräts überfordern (vgl. Bal-

zert 2001, S. 691). Hierbei ist typischerweise in zwei Clientarten zu unterscheiden, in so genannte Fat-Clients und Web-Clients (vgl. Abbildung 31)[46].

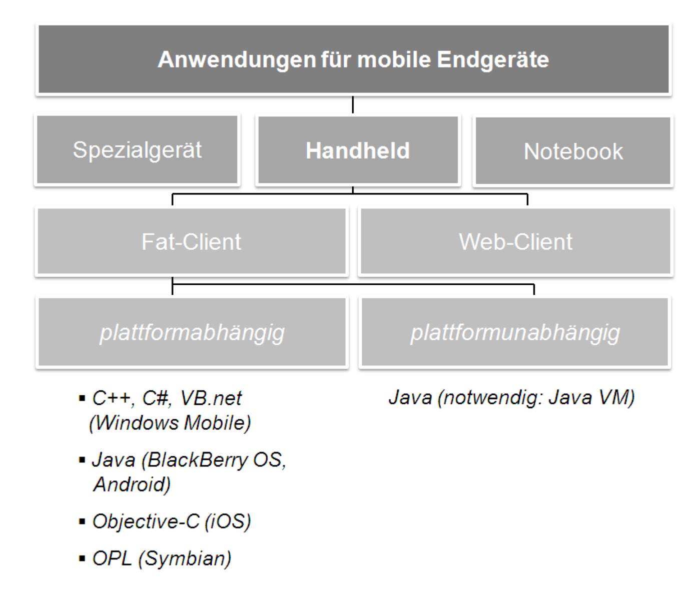


Abbildung 31: Architekturvarianten von Anwendungen für mobile Endgeräte

Fat-Clients werden auf dem Benutzerendgerät fest installiert und laufen dort als lokale Anwendung ab. Sie können Daten auf dem Benutzerendgerät abspeichern und haben einen erweiterten Zugriff auf Systemressourcen und -funktionen. Der Umfang der erweiterten Funktionalitäten hängt dabei davon ab, ob es sich um eine Anwendung handelt, die in der nativen Sprache des jeweiligen Betriebssystems (z. B. C# bei Windows Mobile, Objective-C bei Apple iOS) programmiert ist oder plattformunabhängig, z. B. in Java. Bei letzterem läuft die Anwendung in einer Java Virtual Machine (VM) ab, die installiert seien muss. Der Zugriff auf das Betriebssystem ist hierbei wesentlich eingeschränkt (vgl. Weßendorf 2006, S. 51ff), dafür kann die Anwendung prinzipiell auf allen Endgeräten mit Java VM verwendet werden. Es existiert also ein klassischer Trade-off zwischen Funktionalität und Plattformunabhängigkeit.

Web-Clients dagegen werden in einem Webbrowser (z. B. Microsoft Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, Apple Safari, im mobilen Kontext: Opera Mini, Microsoft Internet Explorer Mobile, Mozilla Minimo/Fennec, vgl. Walter 2008,

[46] Thin-Clients, wie sie in Abschnitt 8.1 zur Einordnung betrachtet werden, sind bei Anwendungen für mobile Endgeräte nicht zu finden. Sie beruhen – wie auch im stationären Bereich – höchstens auf der Nutzung einer nicht einsatzspezifisch optimierten Anwendung über eine zusätzliche Thin-Client-Anwendung.

S. 63ff), einer Anzeigesoftware für XHTML-basierte Webinhalte, ausgeführt (vgl. Abschnitt 2.1.4.5). Web-Clients sind wesentlich leichtgewichtiger, da sie nicht vor der Nutzung vollständig auf das Endgerät des Benutzers geladen werden müssen. Durch clientseitiges Skripting und multimediale Erweiterungen (vgl. Walter 2008, S. 347ff) können jedoch hierbei auch Anwendungen mit clientseitiger Programmlogik und Datenspeicherung erzeugt werden.[47]

5.1.1.4 Sicherheit und Integration

Als im Unternehmenskontext besonders wichtige Faktoren werden sicherheitsrelevante Eigenschaften der Anwendungen und Fragen bezüglich der Integration in die bestehende IT-Landschaft in Unternehmen aufgenommen. In Bezug auf die Sicherheit wird untersucht, *wo Unternehmensdaten gespeichert werden (F)* (clientseitig und/oder serverseitig), ob die *Daten auf dem Endgerät und während der Datenübertragung verschlüsselt (G)* werden und wie der *Zugriff auf die Anwendung gesichert (H)* wird (vgl. Wirtz 2000, S. 244ff).

Um den Integrationsaufwand abzuschätzen, muss zunächst die *Eigenständigkeit (I)* der Anwendung geklärt werden: Mobile Anwendungen können bestehende Softwarelösungen ergänzen und bisher stationäre Geschäftsprozesse als Erweiterung mobilisieren. Alternativ kann die Anwendung eine vollständig neue Lösung sein und bisherige Anwendungen ablösen oder bisher nicht durch Software abgedeckte Bereiche adressieren.

Steht die mobile Anwendung in Verbindung mit weiteren Systemen, so ist zu klären, in welcher Form *Schnittstellen (J)* (z. B. mit SOAP, EDI, proprietären XML-Formaten) realisiert sind. Relevant ist ebenso die Fragestellung der *Softwarebeschaffung (K)*: Zu unterscheiden ist, ob der Abnehmer die Software zur Installation in seinem Unternehmen erhält (lokale Installation) oder diese beim Hersteller installiert wird (Bezug als Service). Hierbei wird in der wissenschaftlichen Literatur zwischen zwei technischen Modellen unterschieden, dem Application Service Providing (ASP, vgl. Tamm/Günther 2005; Smith/Kumar 2004, S. 977) und dem Software-as-a-Service-Prinzip (SaaS, vgl. Beinhauer/Herr/Schmidt 2008; Katzmarzik 2011, S. 24). Die genaue Trennung zwischen beiden Prinzipien ist umstritten. Die wissenschaftliche Literatur geht davon aus, dass bei ASP die Anwendung nur anstatt beim Abnehmer beim Hersteller (oder einem Dienstleister) exakt für einen Kunden betrieben wird (Single-Tenant-Architektur, nicht-mandantenfähig; vgl. Walsh 2003, S. 106), beim SaaS jedoch ein System parallel mehrere Kunden bedient und explizit hierfür entwickelt wurde (Multi-Tenant-Architektur, mandantenfähig; vgl. Lixenfeld 2008). SaaS verursacht laut dieser Definition in der Implementierung höhere Kosten, ist jedoch günstiger zu betreiben und ermöglicht somit im Idealfall Kostenreduktionen für den Abnehmer. Es müssen aber hierbei

[47] In älterer Literatur findet sich häufig die Web-Architektur als Gegensatz zur Client-Server-Architektur (z. B. bei Balzert 2001, S. 691). Diese Definition muss als überholt angesehen werden, da bei Web-Clients mittlerweile der Webbrowser nicht nur Anzeigefunktionen erfüllt.

umfangreiche Möglichkeiten des Customizing, bis hin zur Individualisierung des Datenmodells geschaffen werden.

5.1.2 Betriebswirtschaftliche Betrachtung

Für die betriebswirtschaftliche Untersuchung sind zwei generelle Betrachtungen vorzunehmen: Welchen Nutzen eine Anwendung stiftet (Abschnitt 5.1.2.1) und welche Kosten sie verursacht (Abschnitt 5.1.2.2).

5.1.2.1 Nutzen

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist zu untersuchen, welchen *Nutzen (L)* die Anwendung für das einsetzende Unternehmen generiert („Value Proposition“, vgl. Stähler 2002, S. 41f, Eggers 2005, S. 29ff). Dabei ist zu prüfen, ob die Anwendung Kostenreduktionen oder eine Umsatzsteigerung ermöglicht. Sie kann zudem primär der Verbesserung vorhandener Geschäfte dienen oder neue Geschäfte durch neue Produkte oder Dienstleistungen ermöglichen. Potentielle Nutzenpotentiale in den Bereichen Effektivität und Effizienz schildert Abschnitt 3.4.2.

5.1.2.2 Kosten

Weiterhin zu betrachten ist, ob und wie für den Anbieter mit der Anwendung Erlöse zu erzielen sind, bzw. ob und auf welche Art für ein die Anwendung einsetzendes Unternehmen *Kosten (M)* entstehen. Anwendungen für mobile Endgeräte im Business-to-Business-Bereich können prinzipiell gekauft, gemietet oder geleased werden (vgl. Bayer 2008). Dabei erwirbt der Abnehmer das Nutzungsrecht an einer Software auf Dauer (Softwarekauf) oder auf Zeit (Miete, Leasing). Ein Eigentumsübergang findet i. d. R. nur statt, wenn die Anwendung speziell für einen Abnehmer programmiert wurde. Eine Vermietung kann dann auf verschiedenen Grundlagen geschehen, beispielsweise pro Benutzung, pro Benutzer oder pro Arbeitsplatz. Zusätzlich können Kosten für die Wartung der Anwendung entstehen.

5.1.3 Morphologischer Kasten

Um eine leichte Vergleichbarkeit der Fallstudien zu erzielen, werden die in den vorhergehenden Ausführungen im Abschnitt 5.1 geschilderten Merkmale in einem morphologischen Kasten zusammengefasst. Die Darstellungsform des morphologischen Kastens folgt der vom Astrophysiker Fritz Zwicky entwickelten „Morphologischen Methode der Feldüberdeckung“ (Zwicky 1966, S. 34f., vgl. Johansson 1997, S. 99ff.). Die charakteristischen Eigenschaften der mobilen Anwendungen sind durch Verwendung des morphologischen Kastens auf einen Blick erfassbar. Die dafür genutzte Darstellung zeigt Abbildung 32.

Eigenschaft	Ausprägungen					
Endgeräte (A)	Mobiltelefon / Smartphone	PDA	Tablet	Notebook	Spezialgerät	
Betriebssysteme (B)	Windows Mobile	Symbian OS	iOS	Android	webOS	BlackBerry OS
Kommunikations-technologien (C)	GSM / GPRS / EDGE	UMTS / HSDPA	WiMAX	WLAN	Bluetooth	
Ortsbezug des Dienstes (D)	manuell	RFID	NFC	zellbasiert	GPS	Kein Ortsbezug
Client-Architektur (E)	Web-Client	Fat-Client				
Datenspeicherung (F)	clientseitig	serverseitig				
Verschlüsselung (G)	auf Endgerät	während Übertragung				
Zugriffsschutz (H)	PIN	Passwort	Smartcard	Biometrisch		
Eigenständigkeit (I)	Ergänzung bestehender Systeme	Eigenständige Lösung				
Integration (J)	SOAP	proprietäres XML-Format	EDI	Sonstiges		
Beschaffung (K)	Installation	Bezug als Service				
Nutzen (L)	Kostenreduktion	Umsatzsteigerung				
	Verbesserung vorhandener Geschäfte	Erschließung neuer Geschäfte				
Kosten (M)	Lizenzerwerb	Customizing				

Abbildung 32: Morphologischer Kasten zur Charakterisierung der Fallstudien

5.2 Fallstudien

Die in dieser Arbeit vorgestellten Fallstudien decken systematisch Teilbereiche von Unternehmungen ab (vgl. Tabelle 13). Sie wurden anhand der Wertschöpfungskette nach Porter (vgl. Abschnitt 3.3) ausgewählt. Für jede Hauptaktivität (Eingangslogistik, Operation/Produktion, Ausgangslogistik, Marketing & Vertrieb und Kundendienst) wird je eine Anwendung für mobile Endgeräte vorgestellt. Für die unterstützenden Aktivitäten einer Unternehmung wurde ein Beispiel aus dem Bereich Beschaffung gewählt.

Die Auswahl der Anwendungen erfolgte auf Basis ihrer Verbreitung unter Unternehmen und der Verfügbarkeit von Informationen über die Anwendungssoft-

ware. Dabei wurden gezielt spezifische Anwendungen gewählt und nicht Basisdienste wie mobiler eMail-Zugriff, deren Client-Anwendungen auch in die Kategorie der Anwendungen für mobile Endgeräte fallen. Die Erhebung der Informationen fand im Zeitraum zwischen Juli und September 2009 statt.

Tabelle 13: Betrachtete Fallstudien

Unternehmensbereich	Anbieter	Produktbezeichnung
Beschaffung	SAP AG	Mobile Procurement
Eingangslogistik	Data One GmbH	Mobile Warehouse Management
Operation/Produktion	f+s Software GmbH	Mobile Facility Management
Ausgangslogistik	Aventeon B.V.	Logistics.ONE
Marketing & Vertrieb	Oracle Corporation	Mobile Sales Assistant
Kundendienst	HaCon Ingenieur-gesellschaft mbH	HAFAS2Go

5.2.1 Beschaffung: SAP Mobile Procurement

Die SAP Aktiengesellschaft Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung (SAP AG) ist der größte Softwarehersteller in Europa (vgl. SAP 2011). Das Unternehmen beliefert 109.000 Kunden weltweit mit Unternehmenssoftware entlang der gesamten Wertschöpfungskette (vgl. SAP 2011). Bekannte Softwarelösungen sind das ERP-System SAP Enterprise Resource Planning (früher: SAP R/3), SAP Customer Relationship Management (CRM) und SAP Supply Chain Management (SCM, alle Teil der SAP Business Suite). Darüber hinaus existieren branchenspezifische Anwendungen (z. B. für den Einzelhandel, das Gesundheitswesen oder für Wasser-, Strom- und Gasversorger), sowie Applikations- und Integrationsplattformen wie SAP Netweaver oder KMU-Lösungen wie SAP Business-By-Design (vgl. SAP 2011a).

Die Lösung „SAP Mobile Procurement" ermöglicht die mobile Beschaffung: Mitarbeiter können von unterwegs Waren und Dienstleistungen mit einem Handheld bestellen oder die Beschaffung beantragen. Hierbei stehen folgende Funktionen zur Verfügung (vgl. SAP 2009):

Einkaufswagen: Mit Hilfe nach Produktgruppen geordneter Kataloge und einer Volltextsuche können zu beschaffende Produkte selektiert und in

einen oder mehrere Einkaufswagen gelegt werden. Soll ein Einkaufsvorgang beendet werden, so wird zu den Produkten im Einkaufswagen auf dem Handheld eine Bestellung erfasst. Diese wird wahlweise automatisch genehmigt oder an einen Vorgesetzten zur Freigabe weitergeleitet.

Statusabfrage: Alle vorhandenen Einkaufswagen werden in dieser Übersicht mit ihrer Bezeichnung, dem letzten Änderungsdatum und dem aktuellen Status angezeigt. So ist jederzeit für einen Mitarbeiter ersichtlich, ob die Bestellung noch auf Genehmigung wartet, genehmigt oder abgelehnt wurde.

Workflow-Inbox: Für Vorgesetzte steht eine Funktion zur Verfügung, mit der Bestellungen ihm zugeordneter Mitarbeiter mobil bestätigt oder abgelehnt werden können. Hierzu stehen Informationen zum Absender, Sendedatum, den gewünschten Produkten sowie zur Priorität von Anfragen zur Verfügung.

Die Anwendung „SAP Mobile Procurement“ ist Teil des Produkts „SAP Mobile Business“, welches darüber hinaus auch branchenübergreifende mobile Lösungen für den Vertrieb, den Kundenservice, das Asset Management, die Zeit- und Reiseverwaltung, das Supply Chain Management und die Business Intelligence zur Verfügung stellt (vgl. SAP 2011b). Erklärtes Ziel ist es hierbei, nicht alle ERP-Funktionalitäten mobil zur Verfügung zu stellen, sondern jene, welche am meisten Nutzen aus der Mobilität ziehen (vgl. SAP 2009a).

Technische Betrachtung

SAP Mobile Procurement kann mit beliebigen mobilen Endgeräten – sowohl mit Mobiltelefonen, Smartphones, PDA und Tablets als auch mit Notebooks – verwendet werden (vgl. Akquinet 2008, S. 1). SAP Mobile Business basiert auf SAP Mobile Infrastructure (SAP MI), welche Teil des „People Integration“-Bereichs der Applikations- und Integrationsplattform SAP Netweaver ist. Einen schematischen Überblick über das Mobile Procurement-System liefert Abbildung 33.

Da die SAP Mobile Infrastructure eingesetzt wird, sind zwei Softwarearchitekturvarianten nutzbar: Das System kann sowohl webbasiert über einen Webbrowser verwendet werden, als auch in Form eines Java-Fat-Clients. Hierzu wird ein Webserver sowie eine Datenbank lokal auf dem Gerät installiert und eine lokale Nutzung ohne Netzwerkverbindung wird hierdurch möglich. Folglich muss das mobile Endgerät mindestens Java unterstützen (vgl. SAP 2011d). SAP liefert innerhalb der Mobile Infrastructure mit dem „Mobile Web Dynpro“ einen modellgesteuerten Ansatz zur Entwicklung mobiler Anwendungen, deren Oberfläche sich je nach Endgerät (Smartphone, PDA, Notebook) automatisch anpasst (vgl. Akquinet 2008).

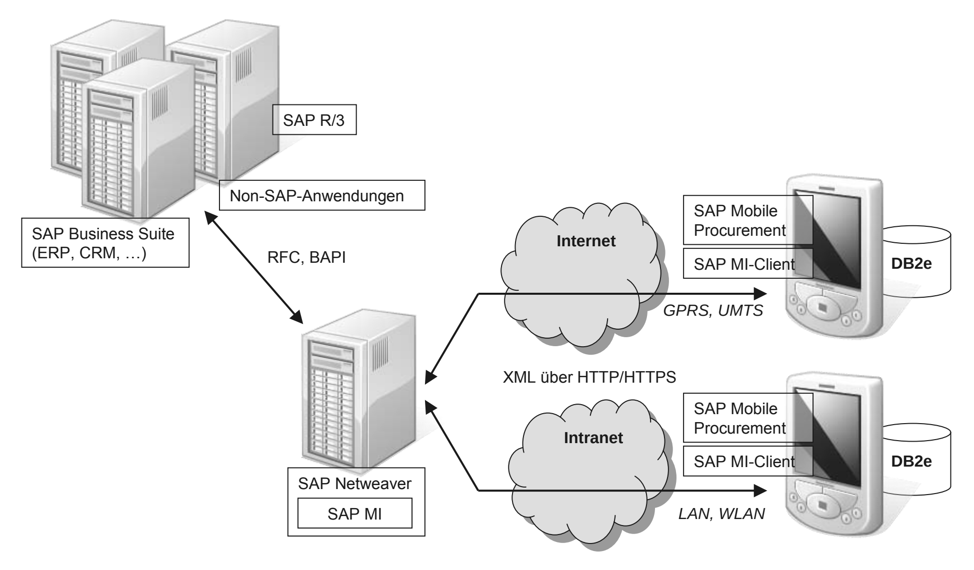


Abbildung 33: Architektur des Mobile Procurement-Systems von SAP

Als Datenbank kommt auf dem Client IBM DB2 Everyplace (DB2e) zum Einsatz, eine relationale Datenbank mit geringem Speicherbedarf, die leistungsstarke Funktionalitäten zur Datensynchronisation besitzt (vgl. IBM 2011). In den Hauptspeicher des mobilen Endgeräts geladen belegt sie nur 350 KB RAM (vgl. IBM 2006). Unterstützt werden mobile Endgeräte mit den Betriebssystemen Windows CE, Pocket PC, Windows Mobile, Symbian OS, Palm OS, Linux oder QNX Neutrino[48] (vgl. IBM 2011a).

Die mobilen Endgeräte kommunizieren über Internet oder Intranet mit einem SAP Netweaver-Server. Die Kommunikationen erfolgt dabei über beliebige Netzwerke – im Intranet über drahtgebundene oder drahtlose lokale Netze (WLAN, Bluetooth), mobil beispielsweise über GPRS oder UMTS (vgl. Abschnitt 2.1.4.1). Geräte können sowohl dauerhaft mit dem Server verbunden sein, als auch nur sporadisch Kontakt aufnehmen und ihren Datenbestand synchronisieren. Zur Übertragung wird ein XML-basiertes Übertragungsformat verwendet, welches über das HyperText Transfer Protocol (HTTP) bzw. das HyperText Transfer Protocol Secure (HTTPS) übermittelt wird (vgl. Abschnitt 2.1; Akquinet 2008, S. 2). Neuere Versionen von SAP Netweaver erlauben auch die Nutzung von SOAP (vgl. SAP 2009a). Die eigentliche Geschäftslogik, die mobil genutzt werden soll, befindet sich in beliebigen Systemen: Sowohl Anwendungen der SAP Business Suite, von SAP ERP bzw. SAP R/3 als auch Non-SAP-Anwendungen

[48] QNX Neutrino ist ein proprietäres, unixartiges Echtzeitbetriebssystem, welches speziell für eingebettete Systeme entwickelt wurde (vgl. QNX 2011).

können von SAP Netweaver per Remote Function Call[49] (RFC) oder Business Application Programming Interface[50] (BAPI) angesprochen werden (vgl. Akquinet 2008). Eine Lokalisierung des Nutzers via GPS oder eine Erfassung von Objekten in der Umgebung via RFID oder NFC findet nicht statt.

Datenschutz und Datensicherheit werden durch verschiedene Wege erreicht: Zunächst wird der Benutzer mit Hilfe seiner SAP-Benutzerdaten per Benutzername und Kennwort authentifiziert. Die Datensicherheit während der Datenübertragung wird durch die Verwendung des HTTPS-Protokolls gewährleistet. HTTP-Zugriffe werden dabei durch den Secure Socket Layer (SSL) / Transport Layer Security (TLS) geschützt: Der Server identifiziert sich hierbei per Zertifikat. Anschließend wird ein nur für die Sitzung gültiger symmetrischer Verschlüsselungscode ausgetauscht (vgl. Oaks 2001, S. 311ff.), wobei eine asymmetrische Verschlüsselung für den Austausch genutzt wird. Dies geschieht, da eine symmetrische Verschlüsselung weitaus ressourcenschonender ist als eine alleinstehend sicherere, asymmetrische Alternative. Die Sicherheit auf dem Endgerät wird durch die verwendete Datenbank DB2 Everyplace von IBM gewährleistet. Lokale Daten können so mit Hilfe des symmetrischen Data Encryption Standard (DES) von IBM gesichert werden (vgl. IBM 2011a).

Mit Hilfe von SAP MI kann auf verschiedene Komponenten der SAP Business Suite mobil zugegriffen werden (vgl. SAP 2011c, Akquinet 2008, S. 1). SAP Mobile Procurement ist also eine ergänzende Lösung zum mobilen Zugriff auf bisher bereits genutzte Anwendungen/Informationen. Über den SAP Netweaver-Server löst die Software die für einen Vorgang notwendigen Prozessschritte im SAP-System aus und erzeugt also beispielsweise für Bestellvorgänge Bestellanforderungen (BANF) oder direkt Bestellungen.

Betriebswirtschaftliche Betrachtung

Zunächst ist mit der Frage nach dem Mehrwert, den ein Unternehmen durch den Einsatz des SAP Mobile Procurement erzielt, der Nutzen der Anwendung zu klären. Das SAP Mobile Procurement erzeugt Nutzenpotentiale sowohl im Bereich der Effizienz als auch der Effektivität (vgl. Abschnitt 3.4.2).

Die Beschaffung wird effizienter, weil die Beschaffungsprozesse (vor allem in der Beantragung und Genehmigung) durch eine ortsunabhängige Bearbeitung – beispielswiese in Warte- oder Reisezeiten – schneller ablaufen können. Mitarbeiter können von jedem Ort aus Beschaffungen beantragen; Vorgesetzte können ebenso jederzeit Prüfungs- und Freigabevorgänge vornehmen. Dies ist nicht für jedes zu beschaffende Gut sinnvoll, jedoch zumeist dann, wenn der Bedarf mobil festgestellt wird (z. B. Nachbeschaffung von Material auf einer Baustelle). Eine Res-

[49] Der Remote Functional Call ist ein proprietäres Protokoll der SAP AG zum entfernten Funktionsaufruf. Es ist als Synonym zum Remote Procedure Call (RPC) zu sehen (vgl. Färber/Kirchner 2004, S. 486).

[50] Das BAPI ist ein offener Schnittstellenstandard der SAP AG. BAPIs können ebenfalls als Webservice angesprochen werden (vgl. Färber/Kirchner 2004, S. 483).

sourcenoptimierung ergibt sich durch die effizientere Nutzung der Arbeitszeit der Mitarbeiter, da diese Wartezeiten und Reisezeiten zum Tätigen, Prüfen und Freigeben von Beschaffungen nutzen können. Eine verbesserte Effektivität ergibt sich durch jederzeitigen Informations- und Funktionszugang sowie eine verbesserte Informationsqualität und -aktualität (vgl. SAP 2009, S. 3). Es handelt sich hierbei also um kostenseitige Vorteile.

Eigenschaft	**Ausprägungen**					
Endgeräte (A)	Mobiltelefon / Smartphone	PDA	Tablet	Notebook	Spezialgerät	
Betriebssysteme (B)	Windows Mobile	Symbian OS	iOS	Android	webOS	BlackBerry OS
Kommunikationstechnologien (C)	GSM / GPRS / EDGE	UMTS / HSDPA	WiMAX	WLAN	Bluetooth	
Ortsbezug des Dienstes (D)	manuell	RFID	NFC	zellbasiert	GPS	Kein Ortsbezug
Client-Architektur (E)	Web-Client	Fat-Client				
Datenspeicherung (F)	clientseitig	serverseitig				
Verschlüsselung (G)	auf Endgerät	während Übertragung				
Zugriffsschutz (H)	PIN	Passwort	Smartcard	Biometrisch		
Eigenständigkeit (I)	Ergänzung bestehender Systeme	Eigenständige Lösung				
Integration (J)	SOAP	proprietäres XML-Format	EDI	Sonstiges		
Beschaffung (K)	Installation	Bezug als Service				
Nutzen (L)	Kostenreduktion	Umsatzsteigerung				
	Verbesserung vorhandener Geschäfte	Erschließung neuer Geschäfte				
Kosten (M)	Lizenzerwerb	Customizing				

Abbildung 34: Kurzcharakterisierung der Fallstudie zur mobilen Beschaffung

Der Einsatz von SAP Mobile Procurement führt zu direkten und indirekten Kosten: Zum einen werden für das Produkt selbst einmalige Lizenzgebühren, ergänzt um Wartungs- und Updategebühren, erhoben. Zum anderen wird der SAP Netweaver-Server, ein datenlieferndes System (z. B. SAP Business Suite, SAP ERP),

sowie für die mobilen Endgeräte die Datenbank DB2 Everyplace benötigt[51], für die selbst Lizenzgebühren anfallen. Zudem verdient die SAP AG durch Customizing- und Consulting-Dienstleistungen. Der morphologische Kasten in Abbildung 34 fasst die Lösung „Mobile Procurement" noch einmal zusammen.

5.2.2 Eingangslogistik: Data One Mobile Warehouse Management

Die Data One GmbH ist ein mittelständisches Beratungs- und Softwarehaus (vgl. BMJ 2011, Data One 2011). Als zertifizierter Partner von SAP, Microsoft und HP setzen die Softwarelösungen von Data One auf den zentralen Plattformen der Partnerfirmen – insbesondere von SAP und Microsoft – auf. Data One ist weltweit tätig und spezialisiert sich auf die Branchen Dienstleistung, Fertigung, Wartung & Instandhaltung und Energieversorgung (vgl. Data One 2011a). Das Unternehmen ist nach eigenen Angaben führend im Bereich der Umsetzung mobiler Geschäftsprozesse und Anwendungen auf Basis der Radio Frequency Identification-Technologie (RFID, vgl. Data One 2011). Neben individuellen Lösungen auf Basis von Microsoft SharePoint sowie Kommunikationslösungen mit Alloy[52] und Duet[53] bietet Data One auch standardisierte Eigenentwicklungen wie die Qualitätsmanagementlösung Data One Portal QM und die Data One Mobile Solutions an (vgl. Data One 2011b). Die Data One Mobile Solutions unterstützen dabei die mobile Abwicklung von Geschäftsvorgängen wie Zählermanagement, Wartung, Instandhaltung, Service, Störfallmanagement, die Inventarisierung von Anlagegütern, Inventur, Warenentnahme und Objektverfolgung mit mobilen Endgeräten (vgl. Data One 2011c).

Das Data One Mobile Warehousemanagement (WM) gehört zu den Data One Mobile Solutions und ermöglicht die mobile Durchführung lagerspezifischer Geschäftsprozesse. Dazu stehen folgende Funktionen im WM-System zur Verfügung (vgl. Data One 2009):

> *Wareneingang:* Treffen neue Waren ein, so werden diese mit Hilfe eines mobilen Endgeräts direkt erfasst. Hierzu setzt das System nach Möglichkeit auf die Radio Frequency Identification-Technologie und erfasst nur die auf dem RFID-Tag gespeicherten Daten. Alternativ werden Barcodes gescannt oder die Daten manuell erfasst. Die Mengen werden dann zusammen mit dem gewählten Lagerplatz im System gespeichert.

[51] IBM vertreibt DB2e an Anwendungshersteller und -verkäufer. Für eine Client-Lizenz der günstigsten Version gibt das Unternehmen offiziell Lizenzkosten von $ 72,50 an (vgl. IBM 2011b).

[52] Alloy ist ein von der SAP und IBM gemeinsam entwickeltes Produkt, welches SAP-Produkte mit IBM Lotus Notes verbindet. Dadurch stehen die Unternehmensdaten aus dem SAP-System in der Kommunikationsumgebung Lotus Notes zur Verfügung (vgl. SAP 2011e).

[53] Duet Software for Microsoft Office and SAP ist ein von der SAP und Microsoft gemeinsam entwickeltes Produkt, welches SAP-Produkte mit Microsoft Office verbindet. Hierdurch stehen die Unternehmensdaten aus dem SAP-System innerhalb des Office-Produkts von Microsoft zur Verfügung (vgl. SAP 2011f).

Inventur: Bei der Inventur werden der Materialstamm sowie die erfassten Lagerplätze verwendet, um alle Materialien in Zähllisten zu erfassen und diese auf mehrere Mitarbeiter zu verteilen. Mitarbeiter sehen die zu zählenden Elemente auf ihrem mobilen Endgerät, scannen RFID-Tags oder Barcodes und erfassen dann die Zählmengen (vgl. Data One 2009a).

Warenausgang und Kommissionierung: Materialreservierungen und Entnahmen werden drahtlos auf Handhelds verteilt. Die Kommissionierer sind somit jederzeit exakt informiert und können die entsprechenden Mengen bestätigen oder im Fall von Fehlbeständen auch direkt abändern. Beim finalen Warenausgang wird dies mit Hilfe des mobilen Endgeräts vermerkt und verbucht (vgl. Data One 2011c).

Warehouse Cockpit: Das Warehouse Cockpit ist eine Anwendung über die, jenseits von mobilen Endgeräten, die Auftragsverwaltung und -zuweisung sowie das Monitoring der Warehouse-Prozesse erfolgt (vgl. Data One 2009).

Technische Betrachtung

Das Data One Mobile Warehousemanagement kann mit beliebigen mobilen Endgeräten verwendet werden. Typischerweise werden Spezialgeräte mit RFID-Readern oder Barcode-Scannern eingesetzt, es können jedoch auch normale PDA, Tablets, Smartphones oder Notebooks verwendet werden. Das Produkt „Data One Mobile Warehouse" ist eine Eigenentwicklung auf Basis bestehender Softwarekomponenten von Fremdherstellern. Die technische Basis für die Mobilisierung der genannten Geschäftsprozesse bildet – ebenso wie in der vorhergehenden Fallstudie – die SAP Mobile Infrastructure als Teilbereich des SAP Netweaver-Servers. Sie erlaubt eine Nutzung der auf Basis der „Mobile Infrastructure" geschaffenen Anwendung in Form eines Web-Clients oder eines Java-basierten Fat-Clients. Dazu wird auf mobilen Endgeräten zusätzlich zur Anwendung selbst der SAP Mobile Infrastructure Client lokal installiert, inklusive einer IBM DB2 Everyplace-Datenbank (vgl. Abschnitt 5.2.1). Mobile Endgeräte erfassen Waren mit Hilfe von Barcodes oder RFID-Funketiketten. Sie kommunizieren mit dem SAP Netweaver-Server drahtlos über eine beliebige Funktechnologie (typischerweise WLAN) oder synchronisieren sich periodisch bei Anschluss an einen Computer. Diese Anbindung geschieht in der Regel über den Universal Serial Bus (USB) und die Synchronisationstechnologie ActiveSync von Microsoft (vgl. Data One 2009a). Die Architektur des Systems stellt Abbildung 35 schematisch dar.

Neben mobilen Endgeräten kann das Data One Mobile Warehousemanagement auch auf stationären Computern genutzt werden. Diese können im Lager als Terminal fungieren und einen RFID-Reader nutzen, um Mitarbeiter per RFID-Tag zu identifizieren (vgl. Data One 2011d). Außerdem wird über einen stationären Computer das Warehouse Cockpit zur Steuerung genutzt.

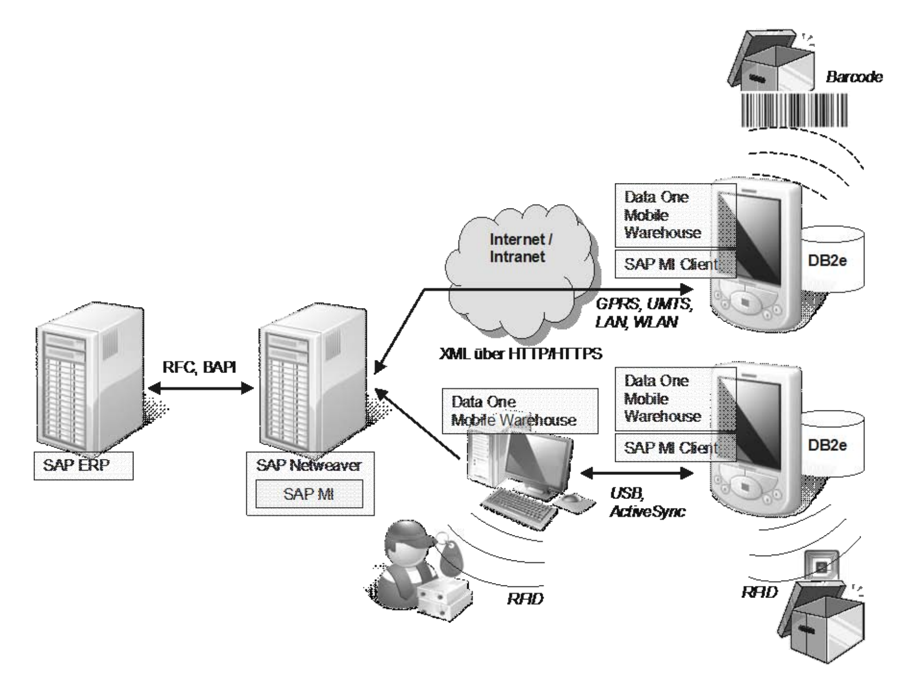


Abbildung 35: Architektur des Mobile Warehousemanagement-Systems von Data One

Zur Kommunikation mit dem SAP Netweaver-Server wird ein proprietäres, XML-basiertes Austauschformat der SAP AG verwendet, welches via HTTP/HTTPS übertragen wird (vgl. Bender 2009). Ausgehend vom SAP Netweaver-Server werden SAP ERP und weitere Systeme per SOAP, RFC oder BAPI angebunden. Zudem können ebenfalls andere Middleware-Systeme wie Microsoft BizTalk, Microsoft SharePoint oder IBM WebSphere per XML oder SOAP angesprochen werden. Hierüber ist die Anbindung nahezu jeder Anwendung vorstellbar (vgl. Data One 2011c).

Aufgrund der Nutzung in einem räumlich begrenzten Lager findet eine Lokalisierung via GPS nicht statt. Mitarbeiter können sich aber per RFID-Tag identifizieren und Waren sowie Lagerplätze können per RFID oder Barcode erfasst werden (vgl. Data One 2011d).

Datenschutz und Datensicherheit werden beim Data One Warehouse Management (analog zum Beispiel SAP Mobile Procurement) durch die zugrunde liegende Infrastruktur von SAP und IBM gewährleistet: Die Anmeldung am System erfolgt mit den SAP-Benutzerdaten per Benutzername und Kennwort. Die Authentifizierung und Verschlüsselung während der Übertragung wird durch die Nutzung des HTTPS-Protokolls gewährleistet und die Verschlüsselung auf den mobilen Endgeräten kann im Rahmen der IBM DB2 Everyplace-Datenbank erfolgt (vgl. Bender 2009, vgl. Abschnitt 5.2.1). Ein ergänzendes Risiko ergibt sich aus der eingesetzten RFID-Technologie, die durch ihre Verwendung der Luft-

schnittstelle inhärent Sicherheitsrisiken erzeugt (vgl. BITKOM 2005, S. 39), hier beispielsweise das Mitlesen von in Tags enthaltenen Daten[54]. Diese Risiken stellen jedoch beim betrachteten Szenario durch den begrenzten und in der Regel zugangsbeschränkten Aktionsraum ein überschaubares Risiko dar.

Die Materialstamm- und Lagerplatzdaten bezieht das System primär aus einem SAP ERP-System, wobei auch andere Datenquellen wie SAP ERP / SAP R/3 oder Non-SAP-Anwendungen über den SAP Netweaver-Server eingebunden werden können. In diesen Systemen erfolgt auch die Speicherung neu erfasster Waren, von Zählständen und ausgehenden Warenbewegungen. Die Module von SAP ERP mit denen das Data One Mobile Warehouse zusammenarbeitet, sind Business Information Warehouse (BW), Materialmanagement (MM), Finanzen (FI), Controlling (CO) und Vertrieb (SD, vgl. Data One 2009). Das Data One Mobile Warehouse ist also primär eine Ergänzung zu einem bestehenden SAP ERP-System, hergestellt durch ein SAP-externes Beratungsunternehmen.

Betriebswirtschaftliche Betrachtung

Der Einsatz des Data One Mobile Warehousemanagement erzeugt Effizienzvorteile beim einsetzenden Unternehmen. Prozesse wie die Inventur können beschleunigt werden, Medienbrüche entfallen (z. B. handschriftliche Notizen; vgl. Data One 2009a) und Informationen können schneller zur Verfügung stehen. Durch das Auslesen von RFID-Funketiketten und die Erfassung von Informationen in Sichtweite eines Objekts wird eine exaktere Abbildung der betrieblichen Realität in Informationssystemen möglich und so die Chance zur Ressourcenoptimierung geschaffen. Unter anderem können Lagerbestände minimiert und Warenbewegungen verbessert werden, da Bestände korrekt erfasst und Abweichungen erkannt werden können (vgl. Data One 2011d). Zudem entstehen Vorteile durch eine zeitnähere Verbuchung von Ab- und Zugängen (vgl. Data One 2009), ggf. verbunden mit einer beschleunigten Rechnungsstellung.

Der Einsatz dieser Software führt aber auch zu erhöhter Effektivität im Unternehmen. Die Datenerfassung erfolgt nicht mehr ausschließlich z. B. an einem stationären Terminal sondern am Point-Of-Activity (vgl. Data One 2011d), beispielsweise an einem Lagerplatz. Hierdurch ergibt sich eine verbesserte Informationsgenauigkeit und Informationsqualität.

---

54 Potenziell ergeben sich bei RFID drei zentrale Risiken: Das Ausspähen von Daten durch Dritte, Täuschung und Dienstverweigerung (Denial-of-Service, DoS). Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik benennt zwölf Angriffsmöglichkeiten: Abhören der Kommunikation, unbefugtes Auslesen, unautorisiertes Verändern, Klonen einzelner und Emulation beliebiger Tags, Ablösen vom Trägerobjekt, mechanische, elektromagnetisch oder chemische Zerstörung, Missbrauch von integrierten Kill-Kommandos, Entladen der Batterie von aktiven Transpondern, Blocken, Störsender, Frequenzverstimmung und Abschirmung (vgl. BSI 2006, S. 16ff).

Eigenschaft	Ausprägungen					
Endgeräte (A)	Mobiltelefon / Smartphone	PDA	Tablet	Notebook	Spezialgerät	
Betriebssysteme (B)	Windows Mobile	Symbian OS	iOS	Android	webOS	BlackBerry OS
Kommunikations-technologien (C)	GSM / GPRS / EDGE	UMTS / HSDPA	WiMAX	WLAN	Bluetooth	
Ortsbezug des Dienstes (D)	manuell	RFID	NFC	zellbasiert	GPS	Kein Ortsbezug
Client-Architektur (E)	Web-Client	Fat-Client				
Datenspeicherung (F)	clientseitig	serverseitig				
Verschlüsselung (G)	auf Endgerät	während Übertragung				
Zugriffsschutz (H)	PIN	Passwort	Smartcard	Biometrisch		
Eigenständigkeit (I)	Ergänzung bestehender Systeme	Eigenständige Lösung				
Integration (J)	SOAP	proprietäres XML-Format	EDI	Sonstiges		
Beschaffung (K)	Installation	Bezug als Service				
Nutzen (L)	Kostenreduktion	Umsatzsteigerung				
	Verbesserung vorhandener Geschäfte	Erschließung neuer Geschäfte				
Kosten (M)	Lizenzerwerb	Customizing				

Abbildung 36: Kurzcharakterisierung der Fallstudie zur mobilen Lagerverwaltung

Statt beispielsweise unleserlicher Zählerprotokolle bei einer Inventur werden direkt die RFID- oder Barcode-Daten erfasst und mit der Anzahl gespeichert (vgl. Data One 2009a). Eine automatische Plausibilitätsprüfung verringert zudem die Fehlerrate. Das Mobile Warehouse Management hilft also beim Erzielen kostenseitiger Vorteile.

Für den Einsatz der Software fallen direkte Kosten für die Lizenzierung des Mobile Warehouse Managements an. Zudem werden ggf. die Prozessschritte an die Arbeitsabläufe des Kunden angepasst und die jeweilige Datenquelle wird angebunden. Ein unterschiedlich umfangreicher Schritt den sich die Data One GmbH als Consulting-Dienstleistung bezahlen lässt. Der Kunde benötigt zudem den SAP Netweaver-Server der SAP AG und ein entsprechendes ERP-System,

welches die Daten führt. Hierfür fallen gesonderte Gebühren an. Die Charakteristiken der beispielhaft betrachteten Lösung „Mobile Warehousemanagement“ stellt der morphologische Kasten in Abbildung 36 dar.

5.2.3 Operation: f+s Mobile Facility Management

Die f+s software GmbH entwickelt verschiedenste Anwendungen, darunter insbesondere Lagerverwaltungs- und Logistiksysteme, Planungs- und Steuerungssoftware für Fertigungsunternehmen, Anwendungssysteme für das Mobile Facility Management, Systeme für die Online-Datenanalyse und das Data Warehousing (vgl. f+s 2011a).

Wichtige Produkte sind neben dem hier betrachteten Mobile Facility Management (mFM) die Produkte iLoNa und WIM. Zudem unterstützt f+s Anwender beim Einsatz von COMET[55] (vgl. f+s 2011). iLoNa steht für „integrierte Lager-Organisation und NAchschubsteuerung“ und optimiert die Unternehmenslogistik im Zusammenspiel mit SAP ERP, Microsoft Axapta, Microsoft Navision und COMET (vgl. f+s 2011b). WIM ist die Abkürzung für „Werkzeug Informations-Management“ und ist eine Lösung für die Verwaltung und Inventur von Werkzeugen, Maschinen und Inventar (vgl. f+s 2011c).

Die Lösung „f+s Mobile Facility Management“ (mFM) unterstützt Abläufe im Gebäudemanagement. Dazu werden alle Leit- und Steuerfunktionen in der Software realisiert und mobile Mitarbeiter mit Personal Digital Assistants ausgestattet. Unabhängig vom Arbeitsort des Mitarbeiters stehen ihm Auftragsdaten und Gebäudeinformationen zur Verfügung, die bei Bedarf schnell aktualisiert werden können. Gleichsam kann ein Mitarbeiter lokal vorhandene Barcodes und RFID-Funketiketten erfassen und diese zusammen mit händisch erfassten Daten oder beispielsweise Kameraaufnahmen ad hoc an die Zentrale übermitteln. Hierbei stehen die folgenden Funktionen zur Verfügung (vgl. f+s 2011d):

> *Wartung und Inspektion:* mFM versorgt Mitarbeiter mit Informationen über wiederkehrende Wartungs- und Prüfungsvorgänge. Auf dem Endgerät können dann Informationen zum zu wartenden Objekt abgerufen und die Wartung bzw. Prüfung bestätigt werden.

> *Inventarerfassung und Inventur:* Über mFM kann sowohl die Ersterfassung von Gebäudeinventar abgewickelt werden, als auch die Inventur selbst. Dabei unterstützt die Erfassung von Barcodes die Erkennung einzelner Inventarinstanzen.

---

[55] COMET ist eine Software für Finanzbuchhaltung/Kostenrechnung, Personalabrechnung und Anlagenbuchhaltung der Freitag Gesellschaft für Computeranwendung mbH, die speziell für den Mittelstand geschaffen wurde (vgl. Freitag 2011).

Neuaufnahme von Objekten: Neu zu betreuende Objekte können inklusive ihrer Eigenschaften und Besonderheiten über das mobile Endgerät erfasst werden. Eine Objekterstbegehung muss so nicht nachträglich dokumentiert werden.

Inspektions- und Reinigungskontrolle: Die Überprüfung von technischem Personal und Reinigungsdienstleistern kann unterstützt und protokolliert werden.

Erfassung von Messwerten und Zählerständen: Messwerte, beispielsweise von Temperatursensoren oder Zählerstände, wie beispielsweise von Strom- oder Gaszählern, können am mobilen Client eingegeben werden. Eine Papiernotiz mit späterer Erfassung, wie häufig noch praktiziert, entfällt.

Kontrollrundgänge im Bereich Wachschutz / Zeit- und Anwesenheitserfassung im Kundenobjekt: Die Aktivitäten des Vor-Ort-Personals können mit Zeitpunkt und Standort festgehalten werden. Hierzu kann der Ort mit einem Barcode, via RFID oder GPS elektronisch ermittelt werden. Dies ermöglicht einen genauen Nachweis der Präsenz von Wach- und Kontrollpersonal.

Technische Betrachtung

f+s Mobile Facility Management ist für die Nutzung auf Personal Digital Assistants (PDA) ausgelegt, wobei der Einsatz von stoßfesten Industriegeräten empfohlen wird (vgl. f+s 2011e). Einen Überblick über die Anwendung „Mobile Facility Management" liefert Abbildung 37.

Da die Anwendung als Betriebssystem auf dem mobilen Endgerät Windows Mobile benötigt, können jedoch auch Smartphones mit diesem Betriebssystem genutzt werden. Beim mobilen Client des f+s mFM handelt es sich um einen Fat-Client, der lokal installiert werden muss. Die Anwendung basiert auf den Komponenten der integrierten Entwicklungsumgebung (IDE) „PowerBuilder Enterprise" von Sybase. Für die Anwendung werden Komponenten des Untermoduls „PocketBuilder" in mFM integriert (vgl. Sybase 2011, Sybase 2011a). PowerBuilder ist eine Rapid Development (RAD)-Plattform, mit der Anwendungen datenbasiert entworfen und dann auf verschiedenen Plattformen (Microsoft .NET, Java Enterprise Edition, Mobil, Web) ausgeführt werden können (vgl. Sybase 2011). Für Anwendungen auf mobilen Endgeräten stellt der PocketBuilder Komponenten zur Verfügung, die die Nutzung typischer Mobiltelefonfunktionalitäten ermöglichen (z. B. Anrufe starten, SMS senden und empfangen, Aufgaben, Termine, und Kontakte auslesen oder erstellen), den Zugriff auf PDA- und Telefoneigenschaften (z. B. Bildschirmausrichtung und -auflösung) möglich machen, aber auch die Nutzung von Bluetooth, GPS, digitalen Kameras, Barcodescannern und Fingerabdruckscannern erlauben.

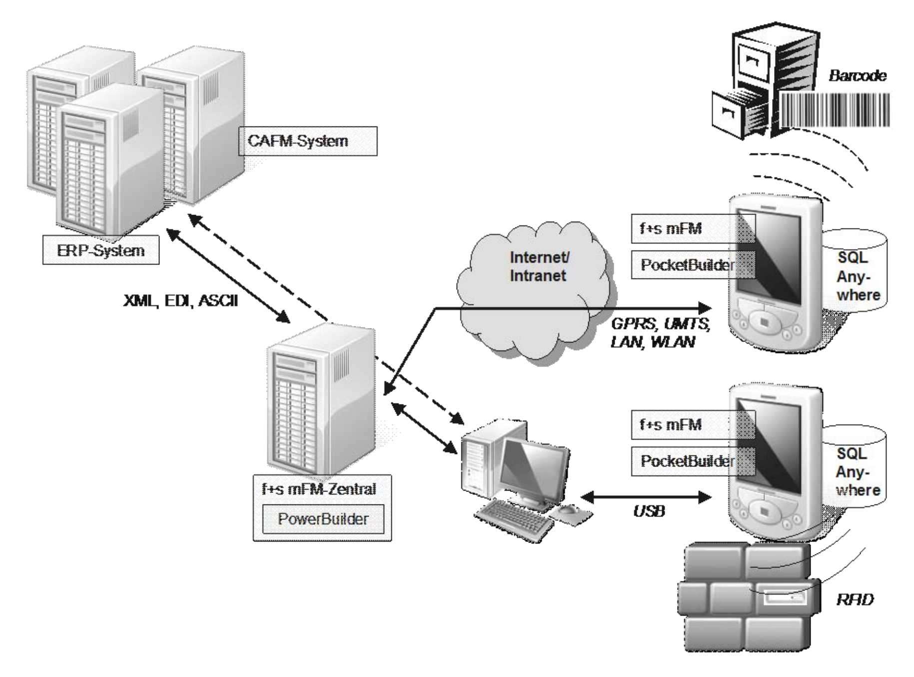


Abbildung 37: Architektur des Mobile Facility Management-Systems von f+s

Durch die die Verwendung dieser Programmbibliotheken wurden Entwicklungszeiten und -kosten reduziert (vgl. f+s 2011a). Teil das PocketBuilder ist auch die mobile Datenbank Sybase SQL Anywhere (vgl. Sybase 2011b). Diese Datenbank wurde speziell für PDA und Smartphones entwickelt und besitzt umfassende Datenmanagement- und Synchronisationsfunktionen. So können Daten sowohl stationär als auch mobil im Pull- oder sogar Pushverfahren übermittelt werden (vgl. Sybase 2011c).

Die Kommunikation kann folglich über verschiedene Wege geschehen: PDAs ohne Mobilfunkanbindung können über USB mit dem mFM-Zentral-Server synchronisiert werden. Stehen LAN-, Bluetooth- oder WLAN-Module im Endgerät zur Verfügung, so können diese genutzt werden. Bei Smartphones oder PDAs mit Mobilfunkkomponente ist die Nutzung von UMTS oder GPRS vorstellbar. Je nach Einsatzzweck werden die Daten bei der Rückkehr in die Firmenzentrale, periodisch mobil oder bei auf dem Server geänderten Daten ad hoc aktualisiert (vgl. f+s 2011e). Der Firmenphilosophie folgend nutzt die Anwendung offene Schnittstellenformate und überträgt die Daten zu Fremdsystemen auf der Basis von XML-, EDI- oder ASCII-basierten Datenformaten. Die Lokalisierung des Nutzers kann mit Hilfe von an Gebäuden, Maschinen oder Inventar angebrachten

Barcodes oder RFID-Funketiketten erfolgen. Ist im mobilen Endgerät ein GPS-Empfänger angebracht, kann auch die Satellitenortung genutzt werden[56].

Zum Erreichen von Datenschutz und Datensicherheit muss sich der Nutzer am mobilen Endgerät authentifizieren und erhält nur entsprechend seiner Zugriffsberechtigungen und seiner aktuellen Aufgaben Zugriff auf den Datenbestand des Unternehmens. Ein Zugriff auf alle Daten ist nicht möglich (vgl. f+s 2011e). Die Übertragung von Daten über Funknetze und die lokal gespeicherten Daten werden seitens der Sybase SQL Anywhere-Datenbank mit einer 128-Bit-Verschlüsselung geschützt. Dazu werden Algorithmen und Protokolle wie der Advanced Encryption Standard (AES), die Elliptic Curve Cryptography (ECC), die Rivest-Shamir-Adleman (RSA)-Verschlüsselung und SSL/TLS genutzt (vgl. Sybase 2011c). Das System wird, wie bereits erwähnt, über offene Schnittstellen mit beliebigen ERP- und CAFM-Systemen verbunden. Typische Kombinationen sind die mit SAP ERP, Microsoft Navision oder Sage KHK (vgl. f+s 2011e).

Das Produkt „Mobile Facility Management" arbeitet über offene Schnittstellen mit beliebigen Enterprise Resource Planning (ERP)- und Computer-Aided Facility Management (CAFM)-Programmen zusammen. Die Anwendung stellt also eine Ergänzung zu bestehenden Anwendungsprogrammen fremder Hersteller dar (vgl. f+s 2011e).

Betriebswirtschaftliche Betrachtung

Die primären Zielsetzungen bei der Entwicklung von f+s mFM waren klassische Effizienzverbesserungen: Eine Datenerfassung am Entstehungsort, schnelle Übermittlung von Informationen unter Verzicht auf Medienbrüche und unter Einsatz eines hohen Automatisierungsgrades (vgl. f+s 2011d). Durch die Nutzung von f+s mFM lässt sich zudem eine Ressourcenoptimierung erreichen: Durch den entfallenden Schritt der zentralen manuellen Erfassung von Papierbelegen lassen sich Personalkosten sparen, zudem ergibt sich ein modernes Image beim Kunden. Ebenso lassen sich auch Effektivitätsverbesserungen identifizieren: Mobile Mitarbeiter und die Zentrale profitieren durch eine verbesserte Informationsqualität. Dem Mitarbeiter stehen alle zentral vorhandenen Dokumente jederzeit zur Verfügung und bspw. direkt eingegebene Messwerte sind bei sofortiger Synchronisierung ohne Zeitverzug und ohne Medienbrüche in der Zentrale verfügbar. Bei kritischen Situationen und in Notfällen können die Einsatzpläne ad hoc überarbeitet und die bereits außer Haus befindlichen Mitarbeiter neu instruiert werden. Es handelt sich hierbei also um kostenseitige Vorteile und die Verbesserung bestehender Geschäfte, die mit der Software zu erzielen sind.

Die Kosten bestehen zum einen aus der Lizenzierung der Programme mFM-Zentral und mFM. Darüber hinaus werden zum anderen Gebühren für die Installation und Einrichtung der Software – insbesondere in Bezug auf die anzubinden-

[56] Jedoch ist zu beachten, dass für eine solche Ortung nach dem Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG) eine Betriebsvereinbarung mit dem Betriebsrat bzw. Personalrat nötig ist.

den Drittherstellerkomponenten – sowie für Support und Updates fällig. Die Eigenschaften der Lösung „f+s Mobile Facility Management“ stellt der morphologische Kasten in Abbildung 38 noch einmal zusammenfassend dar.

Eigenschaft	Ausprägungen					
Endgeräte (A)	Mobiltelefon / Smartphone	PDA	Tablet	Notebook	Spezialgerät	
Betriebssysteme (B)	Windows Mobile	Symbian OS	iOS	Android	webOS	BlackBerry OS
Kommunikationstechnologien (C)	GSM / GPRS / EDGE	UMTS / HSDPA	WiMAX	WLAN	Bluetooth	
Ortsbezug des Dienstes (D)	manuell	RFID	NFC	zellbasiert	GPS	Kein Ortsbezug
Client-Architektur (E)	Web-Client	Fat-Client				
Datenspeicherung (F)	clientseitig	serverseitig				
Verschlüsselung (G)	auf Endgerät	während Übertragung				
Zugriffsschutz (H)	PIN	Passwort	Smartcard	Biometrisch		
Eigenständigkeit (I)	Ergänzung bestehender Systeme	Eigenständige Lösung				
Integration (J)	SOAP	proprietäres XML-Format	EDI	Sonstiges		
Beschaffung (K)	Installation	Bezug als Service				
Nutzen (L)	Kostenreduktion	Umsatzsteigerung				
	Verbesserung vorhandener Geschäfte	Erschließung neuer Geschäfte				
Kosten (M)	Lizenzerwerb	Customizing				

Abbildung 38: Kurzcharakteristik der Fallstudie zu mobiler Operation

5.2.4 Ausgangslogistik: Aventeon Logistics.ONE

Die Aventeon B.V. ist ein niederländisches Unternehmen mit rund 50 Mitarbeitern und Teil der Carema Gruppe (vgl. Aventeon 2011). Carema verkauft handelsübliche und spezialisierte Handhelds von Marken wie beispielsweise Intermec, Psion und Casio (vgl. Carema 2011). Aventeon stellt Software für den Einsatz solcher Endgeräte her. Von den drei Produkten Logistics.ONE, Service.ONE und Sales.ONE wird nur noch Logistics.ONE aktiv beworben (vgl. Habermann 2005,

S. 58, SiliconIndia 2004, Aventeon 2011a). Service.ONE und Sales.ONE zielten dabei auf Servicetechniker und Verkäufer ab, die unterwegs Zugriff auf die Informationssysteme von Unternehmen benötigen.

Aventeon Logistics.ONE unterstützt Speditionen bei ihrer Arbeit, indem die IT-Unterstützung auch auf die mobil ablaufenden Geschäftsprozessteile ausgedehnt wird und jederzeit eine Verbindung zwischen Fahrer, Auftraggeber, Planer und IT-System besteht. Dabei können auch – wie es branchentypisch ist – Subunternehmer mit eingebunden werden (vgl. Aventeon 2011b). Logistics.ONE wird beispielsweise durch die Meeus Gruppe, Netko oder Lavans eingesetzt (vgl. Aventeon 2011a). Für die drei genannten Anspruchsgruppen – Fahrer, Auftraggeber und Planer – erfüllt das System folgende Funktionen:

> Der *Fahrer* erhält über einen PDA ausführliche Informationen über seinen aktuellen Auftrag – diese können auch jederzeit seitens der Firmenzentrale aktualisiert werden. Der Fahrer wird bei der Navigation unterstützt, kann Güter und Leergüter automatisch mit einem Barcodescanner oder manuell erfassen und sich Lieferungen vom Kunden per elektronischer Unterschrift quittieren lassen. Mängel können mit Hilfe in den mobilen Endgeräten eingebauter Kameras direkt in Bildform protokolliert werden (vgl. Aventeon 2011c).
>
> Für den *Auftraggeber* ist jederzeit der Standort und Zustand seiner Ware ersichtlich. Das GPS im Handheld zeichnet dazu kontinuierlich Geokoordinaten auf und übermittelt sie periodisch in die Zentrale. Dadurch lässt sich ebenfalls die Ankunftszeit der Ware prognostizieren. Digital angefertigte Unterschriften lassen sich durch den Auftraggeber prüfen und gegebenenfalls vorhandene Mängel an Verpackung oder Produkt sind zweifelsfrei per Digitalbild protokolliert (vgl. Aventeon 2011a).
>
> Der *Planer* erhält einen kontinuierlichen und detailgenauen Überblick über die Standorte und erwarteten Ankunftszeiten seiner Fahrzeuge und der Fahrzeuge von Subunternehmern. Er ist daher gegenüber dem Kunden jederzeit auskunftsfähig und kann Aufträge nachbearbeiten und die Arbeitslisten der Fahrer aktualisieren. Zudem ist durch die Informationsverfügbarkeit eine schnellere Abrechnung nach Auftragserfüllung möglich (vgl. Aventeon 2011d).

Technische Betrachtung

Aventeon Logistics.ONE ist für den Einsatz auf Personal Digital Assistants (PDA) konzipiert (vgl. Aventeon 2011f). Da die Software jedoch als Ablaufumgebung das Betriebssystem Microsoft Windows Mobile erfordert, kann es ebenso auf Smartphones ablaufen, die dieses System unterstützen (vgl. Aventeon 2011g).

Als Basis verwendet Logistics.ONE den Aventeon Mobile Business Assistant (MBA). Der MBA ermöglicht es, Workflows grafisch zu erstellen und auf mobilen Endgeräten ausführen zu lassen. Zudem synchronisiert er Daten zwischen mobilen und stationären Systemen und ermöglicht auch den Offline-Betrieb. Dazu teilt sich der MBA in eine mobile Komponente und ein stationäres mobiles Gateway, welches durch Desktop-Applikationen konfiguriert wird (vgl. Habermann 2005, S. 58ff). Einen schematischen Überblick über die Anwendung Aventeon Logistics.ONE gibt Abbildung 39.

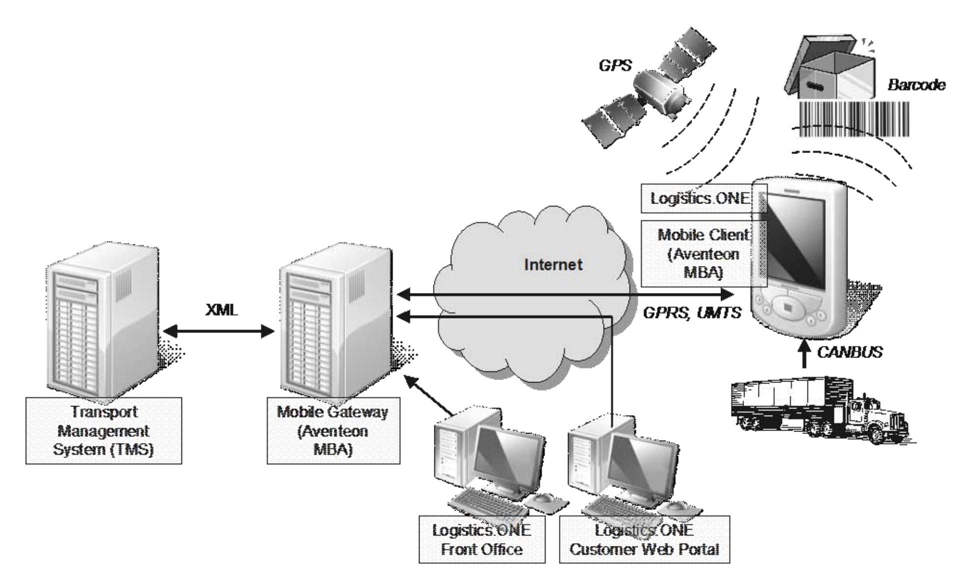


Abbildung 39: Architektur des Mobilen Ausgangslogistik-Systems von Aventeon

Beim Logistics.ONE Mobile Office, also dem Client für das mobile Endgerät, handelt es sich um einen Fat-Client, der nativ für Windows Mobile entwickelt wurde. In ihm enthalten ist der Aventeon MBA Client der für die nomadische, zyklische oder ad-hoc-Synchronisierung mit dem Aventeon MBA Mobile Gateway sorgt (vgl. Habermann 2005, S. 59). Die mobilen Endgeräte kommunizieren über beliebige Mobilfunknetz-Standards mit dem Zentralserver. Vorstellbar sind hier beispielsweise UMTS oder GPRS, innerhalb des Unternehmens könnte jedoch auch auf WLAN und ähnliche Computernetztechnologien umgeschaltet werden. Die Geräte können dabei kontinuierlich Kontakt halten, nur in der Firmenzentrale Daten synchronisieren oder nach einer Aktualisierung die Daten vom Server per Push-Verfahren zugestellt bekommen (ebd.).

Zum Austausch zwischen den Einzelkomponenten wird ein offenes XML-Format verwendet, welches über das HyperText Transfer Protocol Secure (HTTPS) übertragen wird (vgl. Aventeon 2011e, Habermann 2005, S. 59). Die eigentliche Geschäftslogik, welche über Logistics.ONE mobilisiert wird, befindet

sich in einem beliebigen Transport Management System (TMS). Dabei kann es sich um ein SAP-System handeln, genauso kann dies aber auch eine proprietäre Eigenentwicklung sein, wie das Fallbeispiel der Firma Meeus zeigt (vgl. Aventeon 2011g). Für die Lokalisierung des Nutzers wird das Global Positioning System (GPS) eingesetzt. Gegenstände können per Barcodescanner erfasst, Transportschäden mit in den Endgeräten eingebauten Digitalkameras sofort vor Ort erfasst werden (vgl. Aventeon 2011c). Darüber hinaus bezieht Logistics.ONE Daten vom Controller Area Network Bus (CANBUS[57]) des Lastkraftwagens (LKW) und wertet diese aus. Auf diesem Wege kann beispielsweise das Schalten und Beschleunigen des Fahrers ausgewertet und nachfolgend optimiert werden (vgl. Aventeon 2011g). Logistics.ONE verbindet sich darüber hinaus mit dem TomTom Navigator, einer weit verbreiteten Navigationssoftware. Hierbei übergibt Logistics.ONE die jeweils nächste Zieladresse an die Navigationssoftware und nutzt so die Stärke dieses spezialisierten Produkts.

Die Daten des Unternehmens werden vor allem durch eine Verschlüsselung während der Übertragung geschützt. Hierbei kommt eine 128 Bit SSL/TLS-Verschlüsselung zum Einsatz (vgl. Habermann 2005, S. 59). Logistics.ONE ist dabei eine flexible Standardsoftware, bei deren Einführung in der Regel 80-90 % der Arbeitsprozesse durch Standardkomponenten abgedeckt werden können, die restlichen können durch Aventeon individuell angepasst werden (vgl. Aventeon 2011e). Das System erfüllt dabei nicht alle Arbeitsschritte einer Spedition, sondern verbindet sich mit entsprechenden – in der Regel bereits im Unternehmen vorhandenen – Transport Management-Systemen (TMS). Logistics.ONE ist also eine Ergänzung zur bestehenden IT-Infrastruktur von Transportunternehmen.

Betriebswirtschaftliche Betrachtung

Durch den Einsatz von Aventeon Logistics.ONE lassen sich vielfältige betriebswirtschaftliche Vorteile erzielen. Durch den Einsatz einer spezialisierten Navigationslösung (TomTom Navigator) und die Auswertung der CANBUS-Daten lassen sich die Kraftstoffkosten, die Abschreibungen auf den Fuhrpark sowie die benötigte Arbeitszeit reduzieren. Darüber hinaus reduziert sich der Aufwand für die Planung von Fahrten, die Abrechnung von Stundenzetteln und die Erfassung von Leergut (vgl. Aventeon 2011d). Durch die Informationsverfügbarkeit kann die Abrechnung mit dem Auftraggeber schneller erfolgen und Kommunikationskosten können drastisch sinken, da eine Verständigung über den Standort eines LKWs oder eine Neufestsetzung der Route nicht mehr telefonisch erfolgen müssen. Zudem stehen Informationen schneller und genauer zur Verfügung – dies erhöht die Servicequalität für den Kunden. Hierbei handelt es sich also vor allem um kostenseitige Verbesserungen zur Optimierung bestehender Geschäfte.

[57] Der CANBUS ist ein 1991 von Bosch entwickelter Datenkanal zur Kommunikation von Steuergeräten in Automobilen (vgl. GSI 2011).

Für Logistics.ONE bestehen mehrere Kostenarten: Zum einen muss die Software lizensiert werden, zum anderen muss sie jedoch auch in Betrieb genommen und angepasst werden. Hierbei werden in der Regel 10-20 % der Geschäftsprozesse nicht von Standardkomponenten abgedeckt, so dass diese individuell entwickelt werden müssen (vgl. Aventeon 2011e). Dies bietet Aventeon genauso wie Wartung und Support gegen Gebühr an. Die Eigenschaften der beispielhaften Lösung „Aventeon Logistics.ONE" werden noch einmal in Abbildung 40 zusammengefasst.

Eigenschaft	Ausprägungen					
Endgeräte (A)	Mobiltelefon / Smartphone	PDA	Tablet	Notebook	Spezialgerät	
Betriebssysteme (B)	Windows Mobile	Symbian OS	iOS	Android	webOS	BlackBerry OS
Kommunikations-technologien (C)	GSM / GPRS / EDGE	UMTS / HSDPA	WiMAX	WLAN	Bluetooth	
Ortsbezug des Dienstes (D)	manuell	RFID	NFC	zellbasiert	GPS	Kein Ortsbezug
Client-Architektur (E)	Web-Client	Fat-Client				
Datenspeicherung (F)	clientseitig	serverseitig				
Verschlüsselung (G)	auf Endgerät	während Übertragung				
Zugriffsschutz (H)	PIN	Passwort	Smartcard	Biometrisch		
Eigenständigkeit (I)	Ergänzung bestehender Systeme	Eigenständige Lösung				
Integration (J)	SOAP	proprietäres XML-Format	EDI	Sonstiges		
Beschaffung (K)	Installation	Bezug als Service				
Nutzen (L)	Kostenreduktion	Umsatzsteigerung				
	Verbesserung vorhandener Geschäfte	Erschließung neuer Geschäfte				
Kosten (M)	Lizenzerwerb	Customizing				

Abbildung 40: Kurzcharakterisierung der Fallstudie zur mobilen Ausgangslogistik

5.2.5 Marketing & Vertrieb: Oracle Mobile Sales Assistant

Die Oracle Corporation ist der zweitgrößte Softwarehersteller der Welt (vgl. Oracle 2011, Wilkens 2009). Oracle hat heute rund 320.000 Kunden weltweit, darunter alle der 100 umsatzstärksten Unternehmen weltweit (Fortune Global 100). Diese Stellung hat es vor allem durch massive Zukäufe von Unternehmen wie z. B. Sun, Siebel Systems oder PeopleSoft erreicht (vgl. Wilkens 2009; vgl. LinkedIn 2011). Folge dessen ist eine breit gestreute und weitreichende Produktpalette (vgl. Oracle 2009). Herausragende Produkte sind dabei Oracle Database, Oracle E-Business Suite, PeopleSoft Enterprise, JD Edwards EnterpriseOne und Siebel CRM (vgl. Oracle 2011a).

Die Lösung „Oracle Mobile Sales Assistant“ ermöglicht den mobilen Zugriff auf Marketing- und Vertriebsdaten. Mitarbeiter der Verkaufsabteilung können somit mobil alle Kundendaten nutzen, bearbeiten und ad-hoc – beispielsweise nach einem außer Haus geführten Telefonat mit dem Kunden – Informationen hinterlegen. Konkret stellt der Mobile Sales Assistant folgende Funktionen zur Verfügung (vgl. Oracle 2011b, Oracle 2011c):

Auf dem mobilen Endgerät können alle Informationen zu einem Kontakt eingesehen und bearbeitet werden (vgl. Oracle 2011d). Dadurch stehen bei Vor-Ort-Terminen alle benötigten Details zur Verfügung. Ergänzt wird dies dadurch, dass der Außendienstmitarbeiter per Navigation (via GPS) und Kartenmaterial zum Kunden geführt wird. Außerdem kann er mit wenigen Klicks soziale Netzwerke wie Facebook, LinkedIn, Spoke[58] und Naymz[59] durchsuchen, um Ähnlichkeiten wie gemeinsame Bekannte oder besuchte Ausbildungseinrichtungen zu entdecken (vgl. Oracle 2011e).

Durch die Anwendung kann eine enge Zusammenarbeit mit mobilen und stationären Kollegen erfolgen, da Eintragungen und Änderungen im System sofort für alle mit dem Kontakt arbeitenden Mitarbeiter sichtbar sind. Zudem können beispielsweise kontaktbezogene Besprechungen bereits vor der Rückkehr in die Unternehmenszentrale festgelegt werden (vgl. Oracle 2011b).

Mit dem Mobile Sales Assistant können aktuell zu erledigende Aufgaben und Termine angezeigt und bearbeitet werden. Die Anwendung integriert

[58] Spoke ist ein US-amerikanisches Sozialnetzwerk für den Geschäftsbereich. Es enthält Profile zu zirka 55 Millionen Personen und 2,3 Millionen Unternehmen (vgl. Spoke 2009).

[59] Naymz stammt ebenfalls aus den USA und ermöglicht den Kontakt zwischen Geschäftsleuten. Dabei werden detaillierte Fragen zur Zusammenarbeit mit einem Kontakt gestellt (Ehrlichkeit, Empfehlungswürdigkeit, eigene Zusammenarbeit). Naymz verfügt über rund eine Million Nutzer (vgl. Naymz 2009) und wurde zwischenzeitlich in „visible.me“ umbenannt.

sich dabei stark mit dem mobilen Endgerät und dessen Personal Information Management (PIM)-Funktionalitäten (vgl. Oracle 2011c).

Die Anwendung ermöglicht nicht nur die Bearbeitung von Kontaktdaten, sie unterteilt sie auch branchenüblich in Leads (potentiell Interessierte), Prospects (Interessierte für die passende Produkte im Portfolio vorhanden sind) und Conversions (Käufer von Produkten). Zudem können das Kundenkonto und entsprechende Produkte detailliert betrachtet werden (vgl. Oracle 2011c, Oracle 2011e).

Technische Betrachtung
Oracle Mobile Sales Assistant kann nicht auf beliebigen Softwareplattformen eingesetzt werden. Es steht derzeit auf dem Apple iPhone und iPod touch (ab iOS 2.0) sowie auf BlackBerry-Geräten mit einem BlackBerry OS ab Version 4.2 zur Verfügung (vgl. Oracle 2011c).

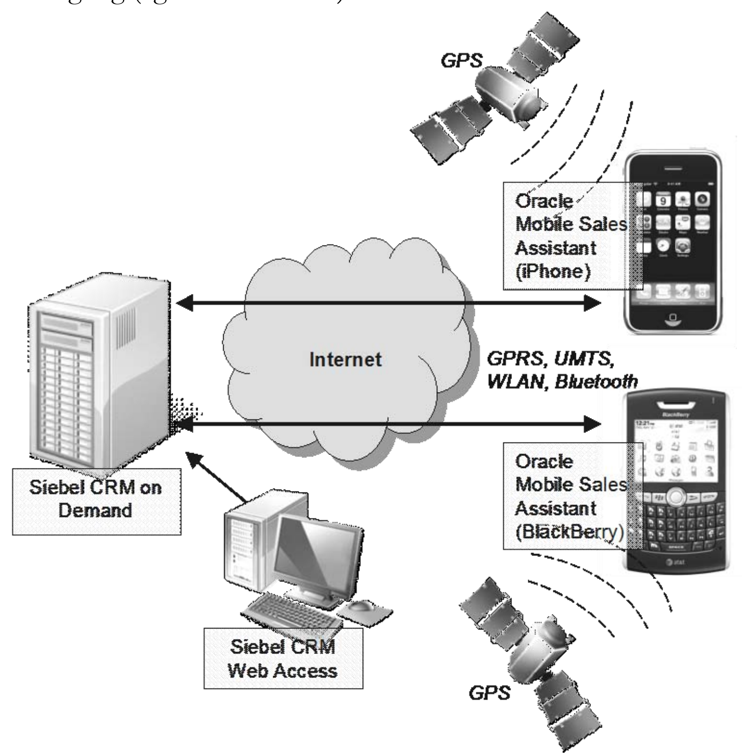


Abbildung 41: Architektur des Mobile Sales-Systems von Oracle

Es handelt sich hierbei letztendlich um zwei getrennte Anwendungen: Eine in Objective-C verfasste Anwendung für das Apple iPhone, sowie eine Java ME-Anwendung für den RIM BlackBerry. Es handelt sich hierbei also um eine Fat-

Client-Lösung. Einen schematischen Überblick über die Architektur der Anwendung gibt Abbildung 41.

Die Anwendung kann Daten lokal speichern, Teile der Funktionalität (wie beispielsweise der Zugriff auf soziale Netzwerke) sind jedoch nur bei bestehender Netzwerkverbindung möglich (vgl. Oracle 2011d). Die mobilen Endgeräte kommunizieren über beliebige mobile Netze mit dem Siebel CRM-on-Demand-Server: Beispielsweise per UMTS oder GPRS über Mobilfunknetze oder per Bluetooth oder WLAN über Computernetze.

Zur Übertragung zwischen Client und Server wird ein XML-basiertes SOAP-Datenformat genutzt (vgl. Thamm 2009), die Kommunikation findet grundsätzlich verschlüsselt statt und der Nutzer authentifiziert sich hierbei mit Benutzername und Kennwort. Eine Verschlüsselung auf dem Endgerät ist möglich, wird aber nicht erzwungen (ebd.). Für das Lokalisieren des Nutzers wird GPS verwendet; hierüber können Fahrtanweisungen gegeben und Karten auf den Standort des Nutzers hin angepasst werden (vgl. Oracle 2011e).

Die Anwendung „Oracle Mobile Sales Assistant" ist keine Stand-Alone-Lösung. Sie gehört zum Produkt „Siebel CRM on Demand", welches Oracle mit seiner Übernahme von Siebel Systems in sein Produktportfolio integriert hat. Siebel CRM on Demand ist eine Customer Relationship Management-Anwendung, die komplett über das Internet genutzt werden kann (vgl. Oracle 2009a). Softwarearchitektonisch handelt es sich hierbei um eine Software-as-a-Service (SaaS)-Anwendung, die aber auch als traditionelle Anwendung verfügbar ist (vgl. Oracle 2011f, Oracle 2011g). Sie teilt sich in die Anwendungsbereiche Vertrieb, Kundenservice, Marketing, Call-Center und Analyse-Tools. Der Mobile Sales Assistant ist als weiteres Frontend für Siebel CRM on Demand zu sehen, welches für den mobilen Bereich interessante Teilfunktionen auf dem mobilen Endgerät zur Verfügung stellt (vgl. Thamm 2009). Die relevanten Teilfunktionen wurden durch eine Befragung der Kunden ermittelt und folgen dem Gedanken, dass man mit 20 % der Funktionalität eines Systems bereits 80 % der Geschäftsvorfälle abwickeln kann (vgl. Oracle 2011e). Der Mobile Sales Assistant stellt also eine Ergänzung zu einem bereits bestehenden Softwaresystem da.

Betriebswirtschaftliche Betrachtung

Die Anwendung „Oracle Mobile Sales Assistant" rentiert sich nur indirekt für einsetzende Unternehmen; es werden weder Kosten reduziert noch direkt neue Umsätze generiert. Es steigt jedoch die Servicequalität: Mitarbeiter sind jederzeit mit Informationen versorgt, erreichen ihr Ziel zur richtigen Zeit und können sich bestens auf ihren jeweiligen Gesprächspartner vorbereiten.

Zudem verbessert sich die Verfügbarkeit aktueller Daten im Customer Relationship Management-System: Während Verkaufsmitarbeiter bisher eher ungern CRM-Systeme verwendet haben, werden Sie bei Nutzung des Mobile Sales Assistant direkt nach einem Telefonat oder direkt nach einem Meeting vom System angehalten, Notizen anzufertigen (vgl. Oracle 2011e). Zudem können Wartezeiten

genutzt werden, um die Daten zu pflegen. Es ergeben sich also vor allem Kostenvorteile und bestehende Geschäfte können verbessert werden. Zudem unterstützt die Anwendung aber auch bei der Erschließung neuer Geschäfte und schafft damit Umsatzvorteile.

Eigenschaft	Ausprägungen					
Endgeräte (A)	Mobiltelefon / Smartphone	PDA	Tablet	Notebook	Spezialgerät	
Betriebssysteme (B)	Windows Mobile	Symbian OS	iOS	Android	webOS	BlackBerry OS
Kommunikations-technologien (C)	GSM / GPRS / EDGE	UMTS / HSDPA	WiMAX	WLAN	Bluetooth	
Ortsbezug des Dienstes (D)	manuell	RFID	NFC	zellbasiert	GPS	Kein Ortsbezug
Client-Architektur (E)	Web-Client	Fat-Client				
Datenspeicherung (F)	clientseitig	serverseitig				
Verschlüsselung (G)	auf Endgerät	während Übertragung				
Zugriffsschutz (H)	PIN	Passwort	Smartcard	Biometrisch		
Eigenständigkeit (I)	Ergänzung bestehender Systeme	Eigenständige Lösung				
Integration (J)	SOAP	proprietäres XML-Format	EDI	Sonstiges		
Beschaffung (K)	Installation	Bezug als Service				
Nutzen (L)	Kostenreduktion	Umsatzsteigerung				
	Verbesserung vorhandener Geschäfte	Erschließung neuer Geschäfte				
Kosten (M)	Lizenzerwerb	Customizing				

Abbildung 42: Kurzcharakterisierung der Fallstudie zum mobilen Verkauf.

Für den „Mobile Sales Assistant" fallen keine Kosten an, er wird kostenlos für Nutzer von iPhones/iPods und BlackBerries zur Verfügung gestellt. Damit erhöht sich der Wert des Siebel CRM on Demand-Systems, so dass Oracle indirekt über die Vermietung der SaaS-Lösung Erlöse erzielt. Die charakteristischen Eigenschaften des mCRM-Systems von Oracle fasst Abbildung 42 noch einmal zusammen.

5.2.6 Kundendienst: HaCon HAFAS2Go

Im Bereich „Kundendienst" wird die Anwendung HaCon HAFAS2Go untersucht. Diese wird durch die Firma HaCon an Eisenbahngesellschaften verkauft, die diese ihren Geschäfts- und Privatkunden zur Verfügung stellen, um den Kundendienst zu verbessern. Es handelt sich bei dieser Fallstudie daher nicht um eine reine B2B-Fallstudie. Ihre Auswahl liegt darin begründet, dass aus technischen, organisatorischen und sozialen Gründen (vgl. Abschnitt 3.4.1*) zwischenbetriebliche mobile Anwendungen schwierig zu realisieren und daher am Markt so gut wie nicht vorzufinden sind. Abschnitt* 3.4.1 *legt hierzu dar, warum mobile Anwendungen im Unternehmenskontext in der Regel B2E-Anwendungen und keine zwischenbetrieblichen Anwendungen sind. Um die gesamte Wertschöpfungskette vollständig und systematisch abzudecken wird daher dennoch HaCon HAFAS2Go als Fallstudie betrachtet.*

Die HaCon (Hannover Consulting) Ingenieurgesellschaft mbH erzeugt Produkte rund um das Themenfeld „Verkehr" (vgl. HaCon 2011, vgl. HaCon 2011a). HaCon-Produkte werden bei den Eisenbahngesellschaften von Deutschland, Österreich, der Schweiz, der Niederlande, Italien, Polen, Belgien und Dänemark genauso eingesetzt, wie beim Hauptverband des Deutschen Einzelhandels, der Lufthansa, bei Stinnes, Siemens oder der Volkswagen Aktiengesellschaft (vgl. HaCon 2011b). Hauptprodukte der Firma HaCon sind das Rangierdispositionssystem (RADIS) für Regional- und Werkbahnen, die Rangiersimulation (RASIM) zur Analyse und Optimierung von Betriebsabläufen im Rangierbetrieb, das Speditionssystem (SPESYS) um Transportabläufe in Speditionen zu steuern, das Fahrplanerstellungssystem TPS („Train Planning System") und das Fahrplanauskunftsystem HAFAS („HaCon Fahrplanauskunftsystem", vgl. HaCon 2011c).

HAFAS unterteilt sich dabei in zielmedienspezifische Subsysteme: HAFAS-Internet für den Zugriff über das World Wide Web, HAFAS-Windows zur Installation auf Windows-PCs, HAFAS-Print und HAFAS-Print2Web für die Erstellung von Druckerzeugnissen wie z. B. Städteverbindungen im Taschenbuchformat und HAFAS-Mobile für mobile Endgeräte (vgl. HaCon 2011d).

HAFAS-Mobile ist dabei wiederum eine Gruppe an Anwendungen, die chronologisch nacheinander entstanden sind und die Fahrplanauskunft über WAP, SMS, Palm OS-PDA, Smartphone, PocketPC, Java-fähige Endgeräte und iPhones möglich macht (vgl. HaCon 2011e). Das neueste, plattformübergreifend in Deutschland nutzbare System ist HAFAS2Go, es bietet folgende Funktionen (vgl. HaCon 2011f):

> Der Benutzer kann sich stationär oder mobil einen individuellen Fahrplan erstellen lassen und auf das Gerät herunterladen. Dabei sind Verbindungen mit Bus und Bahn sowie zu Fuß kombinierbar. Im System stehen zudem Echtzeitinformationen zur Verfügung, so dass der Nutzer gegebe-

nenfalls von unterwegs Umplanungen vornehmen kann (vgl. HaCon 2011f).

Außerhalb von Bus und Bahn gelingt die Orientierung über Umgebungskarten von Bahnhöfen sowie über Fusswegkarten und eine Fussgängernavigation: Via GPS wird der Nutzer an sein Ziel geführt (vgl. Bahn 2009). Zusätzlich kennt das System diverse Point-of-Interests (POI) wie z. B. Hotels und Restaurants.

Während der Verkehrsmittelnutzung begleitet die Software den Nutzer, signalisiert die nächsten Haltestellen, den nächsten Aussteigezeitpunkt und alarmiert rechtzeitig vorab mit einer Wecker-Funktion (vgl. HaCon 2011f).

Die Software synchronisiert sich nach Authentifikation auch mit dem Webdienst myHAFAS. So stehen dort angelegt Bahnhöfe, Fahrpläne und Favoriten auch auf dem mobilen Client zur Verfügung (vgl. Bahn 2009a, HaCon 2011f).

Aus dem Fahrplan heraus kann der Nutzer bis zehn Minuten vor Abfahrt eines Zuges ein Ticket bestellen. Dabei können auch Ermäßigungen genutzt werden. Das Ticket wird dann in Form einer MMS-Nachricht zugestellt (vgl. Bahn 2009a, HaCon 2011f).

Es ist also eine Anwendung im Kundenservice, die Kunden von HaCon HAFAS zusätzlich erwerben können. Bisher nutzen die Deutsche Bahn AG, die Schweizerischen Bundesbahnen, die Österreichischen Bundesbahnen, die Polnische Staatsbahn, der Verkehrsverbund Bremen-Niedersachsen, der Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg, der Rhein-Main-Verkehrsverbund und der Verkehrsverbund Weser-Ems-Bus die Anwendung (vgl. HaCon 2011f). Sie stellen diese sowohl Privat- als auch Geschäftskunden zur Verfügung. Daher ergibt sich in diesem Fall eine hohe Benutzeranzahl, die für reine B2B-Anwendungen eher atypisch wäre.

Technische Betrachtung
HaCon HAFAS2Go ist eine Fat-Client-Anwendung auf Basis der Java Micro Edition (Java ME). Die Anwendung kann also auf allen Endgeräten verwendet werden, die eine Java ME-Laufzeitumgebung bereit stellen. Einen Überblick über die Anwendung gibt Abbildung 43.

Dies können Mobiltelefone, Smartphones oder PDAs sein (vgl. HaCon 2011f). Dazu lädt sich der Endkunde zirka 200 KB in Form eines Java Archives (JAR) und eines Java Application Descriptors (JAD) auf sein Endgerät und installiert die Anwendung innerhalb seiner Java ME-Umgebung (vgl. Bahn 2009). Die Daten der Anwendung werden im Record Management System (RMS) von Java gespei-

chert (vgl. Mahmoud 2002, S. 136); dies sind vor allem POI und Verbindungsdaten.

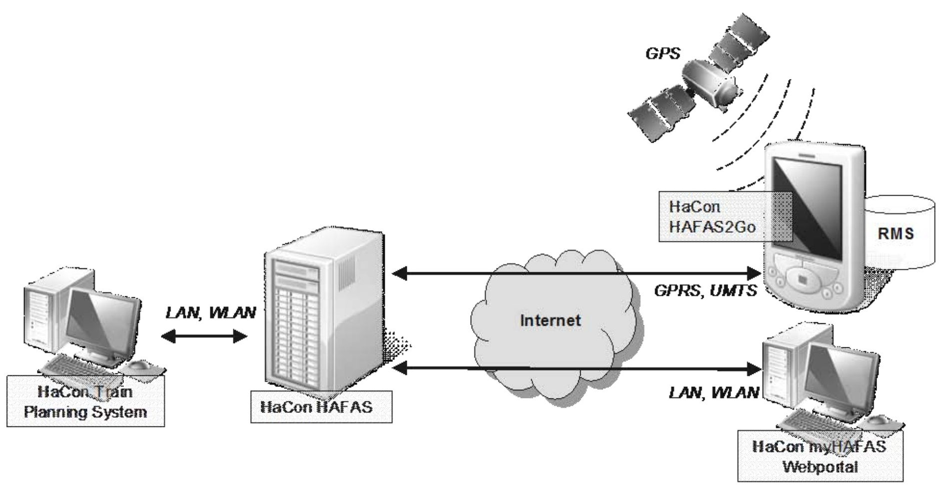


Abbildung 43: Architektur des Fahrplanauskunftsystem der HaCon

Zur Kommunikation zwischen Server und Client verwendet HaCon HAFAS2Go jede beliebige zur Verfügung stehende Internetverbindung. Dies kann UMTS oder GPRS bei Mobilfunknetzen oder beispielsweise LAN, WLAN oder Bluetooth bei Computernetzen sein. Eine Authentifizierung des Nutzers ist für die grundlegenden Funktionen von HAFAS2Go nicht notwendig, nur wenn Daten – wie z. B. Fahrpläne, ausgewählte Bahnhöfe – aus der Webanwendung myHAFAS synchronisiert werden sollen, ist ein Login mit Benutzername und Kennwort nötig (vgl. HaCon 2011f). Eine Verschlüsselung der Daten wird – aufgrund des fehlenden Personenbezugs der Daten – von Firma HaCon als nicht notwendig angesehen (vgl. Dettmer 2007).

Zur Lokalisierung innerhalb von HAFAS2Go wird GPS verwendet. Darüber kann der Standort des Nutzers auf Karten markiert oder er zu Fuß geführt werden. Dazu verwendet HAFAS2Go die in Java ME integrierte Location-API (vgl. Breymann/Mosemann 2006, S. 305ff.), die Bluetooth-API zum Ansprechen von Bluetooth-GPS-Receivern (vgl. Breymann/Mosemann 2006, S. 263ff.) oder die Adressierung des GPS-Receivers über einen COM-Port. HaCon HAFAS2Go ist keine alleinstehende Lösung, sondern als Ergänzung zu HAFAS zu sehen.

Betriebswirtschaftliche Betrachtung

Kunden, die HaCon HAFAS2Go einsetzen, haben mehrere Vorteile: Sie reduzieren ihren Beratungsbedarf gegenüber ihren Endkunden, da diese sich mit mobilen Endgeräten selbst Zugverbindungen recherchieren und Fahrkarten bestellen können (vgl. Bahn 2009).

Für den Endkunden handelt es sich hierbei um einen zusätzlichen Service, den er unterwegs nutzen kann. Darüber hinaus gewinnt das Unternehmen einen Imagevorteil, in dem es eine Anwendung für mobile Endgeräte zur Verfügung stellt. Es entstehen also Kostensenkungen und bisherige Geschäfte können verbessert werden.

Eigenschaft	Ausprägungen					
Endgeräte (A)	Mobiltelefon / Smartphone	PDA	Tablet	Notebook	Spezialgerät	
Betriebssysteme (B)	Windows Mobile	Symbian OS	iOS	Android	webOS	BlackBerry OS
Kommunikationstechnologien (C)	GSM / GPRS / EDGE	UMTS / HSDPA	WiMAX	WLAN	Bluetooth	
Ortsbezug des Dienstes (D)	manuell	RFID	NFC	zellbasiert	GPS	Kein Ortsbezug
Client-Architektur (E)	Web-Client	Fat-Client				
Datenspeicherung (F)	clientseitig	serverseitig				
Verschlüsselung (G)	auf Endgerät	während Übertragung				
Zugriffsschutz (H)	PIN	Passwort	Smartcard	Biometrisch		
Eigenständigkeit (I)	Ergänzung bestehender Systeme	Eigenständige Lösung				
Integration (J)	SOAP	proprietäres XML-Format	EDI	Sonstiges		
Beschaffung (K)	Installation	Bezug als Service				
Nutzen (L)	Kostenreduktion	Umsatzsteigerung				
	Verbesserung vorhandener Geschäfte	Erschließung neuer Geschäfte				
Kosten (M)	Lizenzerwerb	Customizing				

Abbildung 44: Kurzcharakterisierung der Fallstudie zum mobilen Kundenservice

Die Kosten für HAFAS2Go bestehen aus zwei Komponenten: Zum einen muss die Software lizenziert werden, um sie an die eigenen Kunden weitergeben zu können, zum anderen wird die Software von HaCon noch an die spezifischen Bedürfnisse der Kunden, beispielsweise deren Corporate Identity angepasst. Einen Überblick über die Eigenschaften der Anwendung HaCon HAFAS2Go liefert Abbildung 44.

5.3 Vergleichende Betrachtung der Fallstudien

Stellt man die im vorgehenden Kapitel betrachteten Fallstudien nebeneinander, so fallen vielfältige Gemeinsamkeiten auf, die im Nachfolgenden erläutert werden. Aufgrund der geringen Größe der Stichprobe lassen sich diese Ergebnisse jedoch nicht auf die Grundgesamtheit aller Anwendungen für mobile Endgeräte im Business-to-Business-Bereich verallgemeinern. Eine Zusammenführung aller Kurzcharakterisierungen zeigt Abbildung 45. In diesem morphologischen Kasten sind die einzelnen Ausprägungen nach der Häufigkeit ihres Auftretens innerhalb der Fallstudien eingefärbt (dunkler=häufiger). Diese quantitative Auswertung ist die Basis für die nachfolgenden Ausführungen.

Eigenschaft	Ausprägungen					
Endgeräte (A)	Mobiltelefon / Smartphone	PDA	Tablet	Notebook	Spezialgerät	
Betriebssysteme (B)	Windows Mobile	Symbian OS	iOS	Android	webOS	BlackBerry OS
Kommunikations-technologien (C)	GSM / GPRS / EDGE	UMTS / HSDPA	WiMAX	WLAN	Bluetooth	
Ortsbezug des Dienstes (D)	manuell	RFID	NFC	zellbasiert	GPS	Kein Ortsbezug
Client-Architektur (E)	Web-Client	Fat-Client				
Datenspeicherung (F)	clientseitig	serverseitig				
Verschlüsselung (G)	auf Endgerät	während Übertragung				
Zugriffsschutz (H)	PIN	Passwort	Smartcard	Biometrisch		
Eigenständigkeit (I)	Ergänzung bestehender Systeme	Eigenständige Lösung				
Integration (J)	SOAP	proprietäres XML-Format	EDI	Sonstiges		
Beschaffung (K)	Installation	Bezug als Service				
Nutzen (L)	Kostenreduktion	Umsatzsteigerung				
	Verbesserung vorhandener Geschäfte	Erschließung neuer Geschäfte				
Kosten (M)	Lizenzerwerb	Customizing				

0% bis einschließlich 1/3	ab 1/3 bis einschliesslich 2/3	ab 2/3 bis 100%

Abbildung 45: Gemeinsame Kurzcharakterisierung der Fallstudien

Die dominanten unterstützten *Endgeräteklassen (A)* sind Mobiltelefone/Smartphones und PDA, Spezialgeräte kommen kaum zum Einsatz. In der Stichprobe fanden sich Fat-Client-Anwendungen für verschiedenste *Betriebssysteme (B)*, jedoch keine Anwendung, die Fat-Clients für eine größere Anzahl (maximal zwei) lieferte. Dies unterstreicht den Anpassungsaufwand bei der Portierung von Anwendungen zwischen verschiedenen Betriebssystemen.

Betrachtet man die genutzten *Übertragungstechnologien (C)* der mobilen Anwendungen, so stellt sich heraus, dass die Nutzung dieser Technologien keine Herausforderung mehr darstellt. Betriebssysteme für mobile Endgeräte bieten die Nutzung dieser Technologien gekapselt an, die Anwendung selbst erstellt nur eine Datenverbindung, die dann vom Endgerät automatisch über die jeweils gerade leistungsstärkste zur Verfügung stehende Technologie ermöglicht wird: Auf dem Firmengelände mit WLAN, unterwegs mit UMTS. Ebenso wird klar, dass Funknetze, die von der Reichweite her zwischen lokalen Funknetzen wie WLAN und den klassischen Mobilfunknetzen stehen, also MAN wie z. B. WiMAX nicht benutzt werden.

Die *Herstellung eines Ortsbezugs (D)* wird bei einem Großteil der Anwendungen durchgeführt. Aufgrund der erst mit der Verbreitung von Smartphones langsam steigenden Verfügbarkeit von GPS und RFID in mobilen Endgeräten findet dies häufig noch manuell statt. Die ungenaue und oftmals teure Lokalisierung mit Hilfe der zellbasierten Ortung wird genauso wenig angewendet, wie die Erfassung via Near Field Communication.

Bei der *Softwarearchitektur (E)* wird ganz deutlich auf lokal installierte Fat-Clients gesetzt. Web-Clients werden – wenn überhaupt – nur als ergänzende Variante gesehen, wenn sie von einer Middleware automatisch bereitgestellt und laufend aktuell gehalten werden können. Beispiele dafür sind Integrationsplattformen wie SAP Netweaver, IBM WebSphere Application Server oder Microsoft BizTalk.

Die *Datenspeicherung (F)* und *Verschlüsselung (G)* bei mobilen Anwendungen stellt aus technischer Sicht kein größeres Problem dar. Die gewählten Datenformate wie SOAP und andere XML-Formate lassen sich unproblematisch und transparent über das HTTPS-Protokoll verschicken und sind somit sicher verschlüsselt. Für mobile Endgeräte gibt es zudem entsprechende, funktional reduzierte Datenbanken für die spezielle Einsatzsituation, die prinzipiell eine sichere Speicherung von Daten ermöglichen. Die *Identifikation des Nutzers (H)* am Endgerät erfolgt in der Regel über eine klassische Benutzername/Kennwort-Kombination. Dies kann die Sicherheit beeinträchtigen, wenn aufgrund der umständlichen Eingabe zu kurze oder einfache Kennwörter gewählt werden.

Zur *Eigenständigkeit (I)* kann ebenfalls eine klare Aussage getroffen werden. Anwendungssoftware für mobile Endgeräte in Unternehmen stellt zumeist keine eigenständige Lösung dar, sondern eine Erweiterung im Unternehmen bereits bestehender Systeme. Da deshalb häufig massive Anpassungen und Eingriffe in laufende Systeme vorzunehmen sind, erhöht dies die Hürde, solche ergänzende Software einzuführen.

Eine *Anbindung weiterer Systeme (J)* findet in der Regel über proprietäre, XML-basierte Schnittstellen statt. Die Anwendungen werden in der Regel lokal im Unternehmen installiert *(Beschaffung, K)*. Ein Bezug über Application Service Providing oder Software-as-a-Service wird bisher faktisch nicht genutzt.

Der *Nutzen (L)* von mobilen Anwendungen im Business-to-Business-Bereich ist in der Regel in einer Kostenreduktion zu sehen, die durch die Reduktion von Medienbrüchen, die Flexibilisierung und insbesondere die Ortsunabhängigkeit der Arbeit entsteht. Geschäftsprozesse werden beispielsweise beschleunigt oder automatisiert, Güter und Orte können schneller gefunden, Rechnungen früher gestellt werden. Damit dienen diese Anwendungen vor allem auch der Verbesserung bereits bestehender Geschäfte.

Für mobile B2B-Anwendungen entstehen *Kosten (M)* vor allem durch die Lizenzierung der Software. Da jedoch zumeist Anpassungen an der Software zu machen sind, die der Kunde nicht leisten kann oder will, verdienen die Anbieter durch das Customizing der Anwendung Geld.

5.4 Tendenzielle Unterschiede zwischen B2B- und B2C-Anwendungen

Anwendungen für mobile Endgeräte sind zunächst im Privatkundenbereich intensiv genutzt worden (vgl. Detecon 2003, S. 6). Infolge dessen wurden für die Herausforderungen dieses Bereichs teilweise Lösungsansätze generiert, die ggf. auf den Geschäftskundenbereich übertragen werden können. Notwendig dafür ist eine Überprüfung, ob zwischen Anwendungen im Privatkunden- und Geschäftskundenbereich zentrale Unterschiede bestehen.

Aus diesem Grund wurden die in Abschnitt 5.2 dargestellten B2B-Fallstudien mit ähnlich strukturierten B2C-Fallstudien von Caus und Hagenhoff (2007, S. 41ff.) und sechs weiteren, systematisch ausgewählten Fallstudien (vgl. Tornack/Christmann/Hagenhoff 2011, S. 28ff.) verglichen[60]. Aufgrund der geringen Stichprobengröße (sechs B2B-Anwendungen, acht B2C-Anwendungen) können auch hier jedoch nur Tendenzen erkannt werden. Die tendenziellen Unterschiede im Rahmen des Bewertungsschemas können Tabelle 14 (technische Aspekte) und Tabelle 15 (wirtschaftliche Aspekte) entnommen werden[61].

Zwischen B2B- und B2C-Anwendungen existieren aus technischer Sicht zahlreiche Unterschiede, die bei der Entwicklung von Anwendungen für mobile Endgeräte berücksichtigt werden müssen. Die höhere Endgeräteklassenvielfalt im Geschäftsumfeld führt zu einem erhöhten Anpassungsbedarf der Anwendungen (Eigenschaft: *Endgeräte, A*).

---

60 Die B2C-Vergleichsfallstudien und ihre Systematik sind in Anhang A2 dokumentiert.

61 Für detailliertere Analysen siehe Tornack/Christmann/Hagenhoff 2011.

Tabelle 14: Tendenzielle technische Unterschiede zwischen B2B- und B2C-Anwendungen

Eigenschaft	Tendenzielle Unterschiede zwischen B2B und B2C
Endgeräte (A)	Stärkerer Einsatz von PDA, Spezialgeräten, Tablets und Notebooks im B2B-Bereich.
Betriebssysteme (B)	B2B-Anwendungen sind tendenziell für eine geringere Anzahl an Betriebssystemen verfügbar als B2C-Anwendungen. Stärkere Bedeutung der Betriebssysteme Windows Mobile und BlackBerry OS.
Kommunikations-technologien (C)	-
Ortsbezug (D)	B2B-Anwendungen nutzen tendenziell häufiger einen Ortsbezug als B2C-Anwendungen.
Client-Architektur (E)	In beiden Bereichen dominant ist die Fat-Client-Architektur. Im B2B-Bereich können jedoch auch 1/3 der Anwendungen als Web-Client genutzt werden.
Datenspeicherung (F)	Nur 50 % der untersuchten B2C-Anwendungen speichern Daten auf dem Endgerät, im B2B-Bereich findet dies tendenziell immer statt – wenn auch ggf. nur temporär.
Verschlüsselung (G)	Während Verschlüsselung auf Endgeräte- und Übertragungs-ebene im B2B-Bereich Standard ist, wird sie im Privatkunden-bereich deutlich seltener genutzt.
Zugriffsschutz (H)	In beiden Bereichen dominant ist der Einsatz von Passwörtern. Der Zugriffsschutz ist im Unternehmensbereich jedoch deutlich häufiger.
Eigenständigkeit (I)	In beiden Bereichen sind Anwendungen für mobile Endgeräte hauptsächlich Erweiterungen bestehender Systeme; im B2C-Bereich sind jedoch ein Viertel der untersuchten Anwendungen alleinstehende Lösungen.
Integration (J)	Im B2B-Bereich werden häufig standardisierte und teils offene Formate genutzt, im B2C-Bereich stehen hierzu kaum Informationen zur Verfügung.
Beschaffung (K)	B2B-Anwendungen werden häufig im Unternehmen installiert, B2C-Anwendungen als Service bezogen.

Zudem ist die Anzahl der Nutzer von B2B-Anwendungen geringer als im B2C-Bereich, weshalb sich Varianten für verschiedene Betriebssysteme ökonomisch für Anwendungsentwickler weniger lohnen (Eigenschaft: *Betriebssysteme, B*) – dies erklärt die geringere Unterstützung verschiedener Betriebssysteme im B2B-Bereich. Zudem stehen andere Betriebssysteme als im Privatkundengeschäft im Fokus: Die drei wichtigsten Betriebssysteme aus Sicht von Anwendungsanbietern sind im B2B-Bereich Windows Mobile, BlackBerry OS und iOS; im B2C-Bereich sind es iOS, Android und Symbian (vgl. auch Tornack/Christmann/Hagenhoff 2011, S. 64 und S. 108). Die Verfügbarkeit von Web-Client-Varianten im Unternehmensumfeld ergibt sich durch die Nutzung von Integrationsplattformen wie dem SAP Netweaver-Server, welche dies teilweise als Funktionalität für Unternehmen bereit stellen (Eigenschaft: *Client-Architektur, E*; vgl. SAP 2011c, Akquinet 2008, S. 1). Gleichsam müssen aufgrund der stärkeren Berücksichtigung von Datenspeicherung und Zugriffsschutz Maßnahmen wie Caching, Verschlüsselung und Authentifizierung stärker berücksichtigt werden (Eigenschaften: *Datenspeicherung, F; Verschlüsselung, G; Zugriffsschutz, H*). Außerdem stellt die Rolle von Anwendungen auf mobilen Endgeräten als Ergänzung bestehender Systeme die Frage danach, wie mobile Endgeräte sinnvoll in Geschäftsprozesse integriert und diese somit mobilisiert werden können (Eigenschaft: *Eigenständigkeit, I*).

Zudem scheinen Bedenken bezüglich Datenschutz, Datensicherheit und Verfügbarkeit dazu zu führen, dass Anwendungen im Unternehmensumfeld nicht als Service bezogen werden (Eigenschaft: *Beschaffung, K*).

Tabelle 15: Tendenzielle wirtschaftliche Unterschiede zwischen B2B- und B2C-Anwendungen

Eigenschaft	Tendenzielle Unterschiede zwischen B2B und B2C
Nutzen (L)	Die Hälfte der untersuchten B2C-Anwendungen weist keinen monetär bewertbaren Nutzen auf; im B2B-Bereich steht Kostenreduktion (durch die Reduktion von Medienbrüchen und eine schnellere und genauere Erfassung von Daten) klar im Vordergrund.
Kosten (M)	Während im Unternehmensbereich häufig Lizenzgebühren anfallen, sind B2C-Anwendungen primär kostenlos.

Die Unterschiede bei den wirtschaftlichen Eigenschaften von Anwendungen für mobile Endgeräte zeigen primär, dass bei der Adoption im Unternehmensumfeld eine rationalere Entscheidung erfolgt (vgl. Abschnitt 2.2.3, Eigenschaft: *Nutzen, L*). Mobile Anwendungen in Unternehmen müssen einen klaren Nutzen erbringen. Betrachtet man die Häufigkeiten der Merkmalsausprägungen, so lassen sich fiktive typische Anwendungen im B2B- und B2C-Bereich herleiten. Die Eigenschaften dieser typischen Anwendungen für mobile Endgeräte zeigt Tabelle 16.

Der Vergleich fiktiver typischer Anwendungen zeigt zahlreiche Unterschiede – vor allem in Hinblick auf den Umgang mit der marktlich gegebenen *Heterogenität* (insbesondere bei Endgeräten), Maßnahmen zum Erreichen von *Datenschutz und Datensicherheit* und im *Geschäftsmodell*, insbesondere bei der Softwarebeschaffungsform. Diese Unterschiede rechtfertigen eine gezielte Untersuchung der Herausforderungen von und möglicher Lösungsansätze für Anwendungen auf mobilen Endgeräten im Unternehmenskontext.

Tabelle 16: Eigenschaften typischer B2B- und B2C-Anwendungen

Typische Ausprägung B2B	*Eigenschaft*	*Typische Ausprägung B2C*
Smartphones und weitere Endgeräteklassen	Endgeräte (A)	Smartphones
Windows Mobile, BlackBerry OS, iOS	Betriebssysteme (B)	iOS, Android, Symbian
Mobilfunknetze und lokale Funknetze	Kommunikationstechnologie (C)	Mobilfunknetze und lokale Funknetze
GPS	Ortsbezug (D)	GPS oder kein Ortsbezug
Fat-Client	Client-Architektur (E)	Fat-Client
Client- und serverseitig	Datenspeicherung (F)	Serverseitig
Während Übertragung und auf Endgerät	Verschlüsselung (G)	Keine Verschlüsselung
Passwort	Zugriffsschutz (H)	Passwort
Ergänzung bestehender Systeme	Eigenständigkeit (I)	Ergänzung bestehender Systeme
Installation im Unternehmen	Beschaffung (K)	Bezug als Service
Kostenreduktion; Verbesserung der vorhandenen Geschäftstätigkeit	Nutzen (L)	Kostenreduktion oder kein monetär bewertbarer Nutzen
Lizenzerwerb und Customizing	Kosten (M)	Keine Kosten

Beobachtungen in Kapitel 5

B 5.1.1:	Da die Wirtschaftlichkeit mobiler Lösungen im Fokus steht, spielen vorgefertigte Komponenten (z. B. IBM DB2e, Sybase PocketBuilder) bei mobilen Anwendungen eine wichtige Rolle. *Quelle: Fallstudie; Abschnitt* 5.2.1*, Abschnitt* 5.2.3
B 5.1.2:	Für die Integration in die bestehende Systemlandschaft werden bei mobilen Anwendungen häufig Applikationsserver (z. B. SAP Netweaver, Microsoft BizTalk) genutzt. *Quelle: Fallstudien; Abschnitt* 5.2.1*, Abschnitt* 5.2.2
B 5.2.1:	Mobile Anwendungen im Geschäftskundenumfeld sind in der Regel Fat-Client-Lösungen. *Quelle: Vergleichende Betrachtung der Fallstudien; Abschnitt* 5.3
B 5.2.2:	Mehrere Betriebssysteme werden nur von wenigen Lösungen unterstützt. Eine breite Betriebssystemabdeckung wird über Webtechnologien erreicht. *Quelle: Vergleichende Betrachtung der Fallstudien; Abschnitt* 5.3
B 5.2.3:	Spezialgeräte spielen als mobile Endgeräte nur noch bei besonderen Einsatzszenarien (z. B. bei Erforderlichkeit von extremer Robustheit) eine Rolle. *Quelle: Vergleichende Betrachtung der Fallstudien; Abschnitt* 5.3
B 5.2.4:	In den meisten Fällen sind mobile Anwendungen nicht eigenständig, sondern stellen eine Erweiterung bestehender Systeme dar. *Quelle: Vergleichende Betrachtung der Fallstudien; Abschnitt* 5.3
B 5.2.5:	In der Regel verursachen mobile Anwendungen primär Nutzenvorteile durch Kostenreduktion. *Quelle: Vergleichende Betrachtung der Fallstudien; Abschnitt* 5.3
B 5.3.1:	Mobile Anwendungen im B2B-Bereich unterscheiden sich von ihren Charakteristika eindeutig von solchen im B2C. *Quelle: Vergleich mit B2C-Fallstudien; Abschnitt* 5.4
B 5.3.2:	Das Betriebssystem BlackBerry OS ist im B2B-Bereich wichtiger als im B2C-Bereich. *Quelle: Vergleich mit B2C-Fallstudien; Abschnitt* 5.4
B 5.3.3:	Im Gegensatz zu B2C-Anwendungen werden B2B-Anwendungen in der Regel nicht als Service bezogen. *Quelle: Vergleich mit B2C-Fallstudien; Abschnitt* 5.4
B 5.3.4:	Sicherheit spielt bei mobilen Anwendungen im B2B-Bereich eine deutlich wichtigere Rolle als im B2C-Bereich. *Quelle: Vergleich mit B2C-Fallstudien; Abschnitt* 5.4

6 Unternehmensbefragung zum Einsatz von mobilem Internet

Die Untersuchungen in den vorhergehenden Kapiteln haben Einsatzpotentiale (vgl. Kapitel 3) und Herausforderungen (vgl. Kapitel 4) der Nutzung des mobilen Internets in Unternehmen auf Basis von Literaturrecherchen und Marktanalysen ermittelt. Ungeklärt ist, wie Unternehmen die Wichtigkeit dieser Technologie in Zukunft für sich bewerten und ob die aus der Literatur ermittelten Herausforderungen auch in der Praxis eine Rolle spielen. Aus diesem Grund wurde eine empirische Befragung der IT-Entscheidungsträger (vorrangig CIOs) von 800 Unternehmen vorgenommen, deren Durchführung und Ergebnisse in diesem Kapitel geschildert werden[62]. Die Ausführungen folgen dabei den Phasen der empirischen Sozialforschung nach Diekmann[63] (2010, S. 162ff.).

---

[62] Die Datenerhebung wurde in einem Projekt der Professur für Anwendungssysteme und E-Business vorgenommen, welches in Christmann et. al. 2012 und Rohmann et al. 2011 dokumentiert ist.

[63] Diekmann unterteilt in: 1) Formulierung und Präzisierung des Forschungsproblems, 2) Planung und Vorbereitung der Erhebung, 3) Datenerhebung, 4) Datenauswertung und 5) Berichterstattung (vgl. Diekmann 2010, S. 187ff.).

6.1 Formulierung und Präzisierung des Forschungsproblems

Während die Nutzung des mobilen Internets im Privatkundenbereich durch zahlreiche Studien, insbesondere von Marktforschungsunternehmen[64], untersucht wurde, ist dies bei der Verwendung der mobilen Internetnutzung im Unternehmenskontext nur unzureichend der Fall. Die Nutzung des mobilen Internets in Unternehmen fokussieren bisher nur drei empirische Studien, die in Tabelle 17 dargestellt sind. Wissenschaftliche Erhebungen sind bisher nicht publiziert.

Tabelle 17: Studien zur Nutzung des mobilen Internets in Unternehmen[65]

Autor	Titel	Jahr	Fokus	Methodik
BITKOM e. V.	Mobile Anwendungen in der ITK-Branche	2011	Beweggründe für die Entwicklung und Nutzung von Apps (B2B und B2C), verwendete Technologien, Anwendungsbereiche in Unternehmen, Herausforderungen	Quantitative Online-Befragung
rio mobile GmbH	Business-Motor mobiles Internet	2010	Einsatzfelder mobiler Anwendungen (B2B und B2C), Einsatz und Bedeutung der Technologie	Quantitative Befragung von „Entscheidern“
techconsult GmbH	Mobile Business in Deutschland	2003	Nutzung des mobilen Internets in Unternehmen; Bewertung der Technologie, Nutzenpotentiale und Hemmnisse	Telefoninterviews

Es ist erkennbar, dass die Studien zumeist von Marktforschungsunternehmen und Werbeagenturen vorgenommen und somit nicht von einem wissenschaftlich-neutralen Blickwinkel aus verfasst worden sind. Die BITKOM-Studie sowie die Untersuchung von rio mobile mischen B2B- und B2C-Aspekte. Die Studien betrachten zudem nicht alle relevanten Aspekte, um die bisherigen Ausführungen zu validieren. Aus diesem Grund wurde eine eigene Untersuchung vorgenommen, die drei Aspekte untersucht: A) Die Nutzung von mobilem Internet in Unterneh-

---

64 Vgl. Nordlight Research 2011, Eco 2011, Fittkau 2009.

65 Vgl. BITKOM 2011, rio 2010, techconsult 2003.

men, B) die Einstellung von Unternehmen gegenüber dem mobilen Internet als Indikator für die zukünftige Nutzung und C) die Herausforderungen, die von Unternehmen beim Einsatz des mobilen Internets gesehen werden.

Bezüglich der *Nutzung* von mobilem Internet stellt sich die Frage, wie hoch der Anteil derjenigen Unternehmen ist, die mobiles Internet bereits einsetzen. Darüber hinaus ist zu ermitteln, ob es einen Zusammenhang zwischen der Unternehmensgroße und der Nutzung gibt und ob sich die Nutzungsrate zwischen verschiedenen Branchen unterscheidet. Darüber hinaus ist relevant, ob Unternehmen ihren Mitarbeitern dienstliche Endgeräte zur Verfügung stellen oder die Nutzung privater Endgeräte erlauben – Letzteres ist unter dem Begriff „Bring Your Own Device“ (BYOD) derzeit ein wichtiges Thema für Unternehmen (vgl. Thia 2011), insbesondere in Hinblick auf die Sicherheit von Netzwerken und Daten. Als dritter Themenkomplex ist die tatsächliche Verwendung des mobilen Internets von Interesse: Integrieren Unternehmen mobile Endgeräte bereits in ihre Prozesse, wie die Literatur unterstellt (siehe Abschnitt 3.4.3) und setzen Unternehmen nur die Standarddienste des Internets, wie den Zugriff auf das WWW und Mail oder auch bereits mobile Anwendungen (siehe Abschnitt 2.1.2) ein? Einen Überblick der Forschungsfragen zur Nutzung des mobilen Internets in Unternehmen zeigt Tabelle 18.

Tabelle 18: Forschungsfragen zur Nutzung des mobilen Internets in Unternehmen

Fokus	#	Forschungsfrage
Einsatz	A.1.1	Wie hoch ist der Anteil der Unternehmen, die mobiles Internet einsetzen?
	A.1.2	Besteht ein Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße und/oder dem Wirtschaftssektor und dem Einsatz des mobilen Internets?
Endgeräte	A.2.1	Erhalten Mitarbeiter ein mobiles Endgerät zur dienstlichen Verwendung?
	A.2.2	Wird die Nutzung privater mobiler Endgeräte in Unternehmen erlaubt?
Verwendung	A.3.1	Wird das mobile Internet zur Integration von mobilen Endgeräten in Prozesse genutzt?
	A.3.2	Setzen Unternehmen mobile Anwendungen ein?

Der Fragekomplex zu *Einstellungen* von Unternehmen gegenüber dem mobilen Internet ermittelt zunächst die Bedeutung des mobilen Internets für die Unter-

nehmen. Dabei wird zwischen der heutigen Bedeutung und der Bedeutung in drei Jahren[66] unterschieden. Zudem wird anhand von zwei Faktoren die Verankerung der Technologie auf zwei Ebenen geprüft: Ob in der Beschaffung von mobilen Endgeräten auch auf einen entsprechenden Mobilfunkvertrag mit Datenvolumen geachtet wird (*operative Ebene*) und ob das mobile Internet in der schriftlich verfassten IT-Strategie der Unternehmen vorkommt (*strategische Ebene*). Zuletzt werden zwei Teilaspekte zur Motivation des Einsatzes abgefragt: Studien deuten darauf hin, dass Mitarbeiter aufgrund ihrer privaten Erfahrungen darauf drängen, dass das mobile Internet eingeführt wird (vgl. Wohlfahrt 2004, S. 88). Darüber hinaus wird abgefragt, ob sich Investitionen in das mobile Internet nach Ansicht der Unternehmen lohnen. Einen Überblick der Forschungsfragen zur Einstellung von Unternehmen gegenüber dem mobilen Internet gibt Tabelle 19.

Tabelle 19: Forschungsfragen zur Einstellung von Unternehmen gegenüber dem mobilen Internet

Fokus	#	Forschungsfrage
Bewertung	B.1.1	Wie bewerten Unternehmen die heutige Bedeutung des mobilen Internets?
	B.1.2	Wie bewerten Unternehmen die zukünftige Bedeutung des mobilen Internets?
Verankerung	B.2.1	Ist das mobile Internet in die IT-Strategie von Unternehmen eingebunden?
	B.2.2	Wird die Nutzung des mobilen Internets bei der Beschaffung von Endgeräten berücksichtigt?
Motivation	B.3.1	Hat die private Nutzung des mobilen Internets durch Mitarbeiter einen Einfluss auf die dienstliche Nutzung?
	B.3.2	Werden Investitionen in das mobile Internet als rentabel angesehen?

Der dritte Fragenkomplex widmet sich den *Herausforderungen* des mobilen Internets im Unternehmenskontext. Hier wird die Wichtigkeit einzelner aus der Literatur entnommener Herausforderungen abgefragt. Einen Sonderfall stellt hier die Integration von mobilen Endgeräten in die Geschäftsprozesse (vgl. Abschnitt 3.4.3) dar, bei dem die Bewertung durch die Unternehmen explizit erfragt wird. In Kapitel 4 wurden zwei wichtige Quellen für Herausforderungen identifiziert: Die Mo-

[66] Als Zeithorizont wurden drei Jahre gewählt, da dies einer typischen mittelfristigen Planung nach Bea, Dichtl und Schweitzer (2001, S. 33) entspricht.

bilität der Endgeräte und ihre Heterogenität. Während Mobilität naturgemäß gegeben ist, wirken heterogenitätsbasierte Herausforderungen vor allem dann, wenn eine Betriebssystemheterogenität in Unternehmen existiert. Deshalb wird hierzu erfragt, ob Unternehmen sich auf ein einziges Betriebssystem beschränken oder mobile Endgeräte mit verschiedenen Betriebssystemen einsetzen. Einen Überblick der Forschungsfragen zu den von Unternehmen gesehen Herausforderungen des Einsatz von mobilem Internet kann Tabelle 20 entnommen werden.

Tabelle 20: Forschungsfragen zu Herausforderungen des mobilen Internets in Unternehmen

Fokus	#	Forschungsfrage
Herausforderungen	C.1.1	Welche Herausforderungen sehen Unternehmen beim Einsatz von mobilem Internet?
	C.1.2	Wie bewerten Unternehmen die Integration von mobilen Endgeräten in Unternehmensprozesse?
Heterogenität	C.2.1	Stellt die Heterogenität mobiler Betriebssysteme für Unternehmen eine besondere Herausforderung dar?

Das Vorgehen zur Beantwortung der zuvor geschilderten Forschungsfragen wird im Nachfolgenden Abschnitt erläutert.

6.2 Planung, Vorbereitung und Durchführung der Erhebung

Die Unternehmensbefragung wurde als nicht-experimentelle Querschnittstudie (vgl. Diekmann 2010, S. 304ff., S. 329ff.) konzipiert. Als Erhebungsmethode wurde trotz ihrer Schwächen[67] die schriftliche Befragung per Fragebogen ausgewählt, da eine quantitativ große Stichprobe erzielt werden sollte. Der vierseitige Fragebogen (siehe Anhang A3) wurde im Januar 2011 in Papierform an 800 Unternehmen verschickt. Um eine möglichst hohe Rücklaufquote zu erzielen, wurden die Briefe persönlich an den CIO oder – bei KMU an den Geschäftsführer – adressiert, händisch frankiert und die Rückumschläge nach dem Verfahren „Porto zahlt Empfänger“ beschriftet.

Für die Befragung wurde eine geschichtete Zufallsstichprobe gebildet (vgl. Atteslander 2010, S. 275). Wichtigsten Anteil der Adressaten bildeten die aus einer

[67] Vor allem: Nicht kontrollierbare Befragungssituation, mögliche Beeinflussung der Probanden durch Dritte, fehlende Möglichkeit für Rückfragen, Risiko unvollständiger und unsorgfältiger Beantwortung (vgl. Atteslander 2010, S. 157f.).

Online-Datenbank entnommenen 500 umsatzstärksten Unternehmen in Deutschland. Da in diesem Datensatz keine Banken und Versicherungen enthalten sind, wurden jeweils 20 Unternehmen aus diesen Bereichen zufällig ausgewählt. Um den Einfluss der Unternehmensgröße auf die Nutzung des mobilen Internets erkennen zu können, wurden 260 zufällig ausgewählte kleine und mittlere Unternehmen (KMU[68]) ergänzt. Alle befragten Unternehmen stammen aus Deutschland.

Vor dem Versand des Fragebogens wurde im Dezember 2010 ein Pretest (vgl. Friedrichs 1990, S. 153ff.) durchgeführt, der sprachliche Verbesserungen ergab. Zudem wurden die Fragen auf Neutralität geprüft. Nach dem Versand im Januar 2011 gingen in den nächsten drei Monaten 132 Fragebögen ein, der Großteil innerhalb der ersten zwei Monate. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 16,5 %. Die Fragebögen wurden anschließend kodiert und der Datensatz mittels Microsoft Excel und SPSS ausgewertet.

6.3 Datenauswertung und Ergebnisse

Im Nachfolgenden werden zunächst die Charakteristika der erzeugten Stichprobe dargestellt, um die Ergebnisse besser einschätzen zu können. Anschließend werden die Ergebnisse[69] gegliedert nach den Fragekomplexen aus Abschnitt 6.1 geschildert.

6.3.1 Charakteristika der antwortenden Unternehmen

Der Datensatz enthält 132 Unternehmen aus zehn Wirtschaftszweigen nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige des Statistischen Bundesamts[70], die Verteilung zeigt Abbildung 46. Die Wirtschaftszweige mit den höchsten Anteilen sind „*Verarbeitendes Gewerbe*“ (42 Antworten, 32,6 %), „*Handel*“ (27 Antworten, 20,9 %) und „*Erbringung von sonstigen öffentlichen Dienstleistungen*“[71] (14 Antworten, 10,9 %). 0,8 % der antwortenden Unternehmen gehören dem Primärsektor an, 47,3 % dem Sekundärsektor und 51,9 % dem Tertiärsektor.

---

[68] Ein Unternehmen fällt nach Definition der Europäischen Union in die Gruppe der KMU, wenn es weniger als 250 Mitarbeiter hat und einen Jahresumsatz von maximal 50 Millionen Euro oder eine Jahresbilanzsumme von maximal 43 Millionen Euro aufweist (vgl. EC 2006, S. 13f.).

[69] Datentabellen zu allen Fragebogenfragen finden sich in Anhang A4.

[70] Vgl. DESTATIS 2008, S. 71.

[71] Hierunter fallen beispielsweise Arbeitnehmervereinigungen, politische Parteien, Bildungs- und Kultureinrichtungen (vgl. DESTATIS 2008, S. 149).

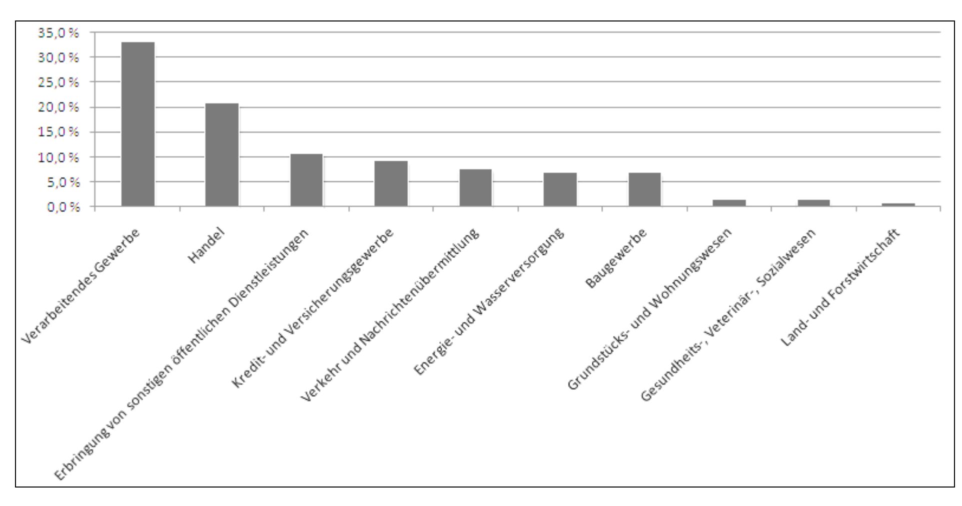


Abbildung 46: Zugehörigkeit der Unternehmen zu Wirtschaftszweigen (N=129)

Die Verteilung der Unternehmensgröße kann Abbildung 47 entnommen werden. Das Diagramm zeigt eine weite Verteilung der Unternehmensgröße: Kleine Unternehmen bis zu einer Größe von 50 Mitarbeitern sind mit 2,3 % (3 Antworten) unterrepräsentiert, Schwerpunkte liegen bei Unternehmen zwischen 50 und 499 Mitarbeitern (33,8 %, 44 Antworten) und Unternehmen zwischen 3.000 und 14.999 Mitarbeitern (29,2 %, 38 Antworten). Jedoch sind auch Unternehmen mit einer Mitarbeiterzahl von mehr als 15.000 prozentual stark im Datensatz vertreten (22,3 %, 29 Antworten)[72].

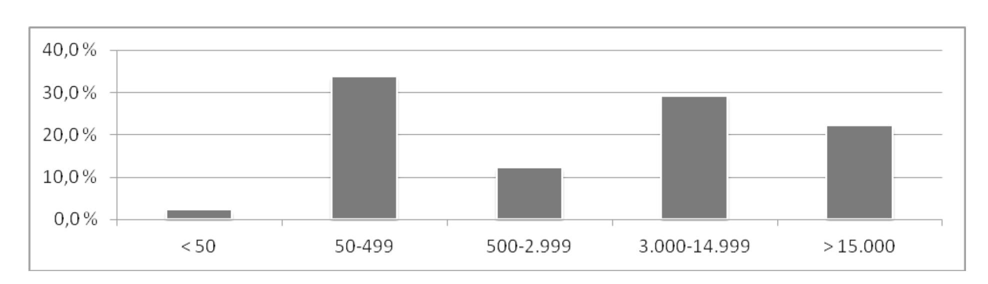


Abbildung 47: Mitarbeiterzahl im Jahresdurchschnitt (N=130)

Der Anteil mobiler Mitarbeiter an der Belegschaft – definiert als der Anteil an Mitarbeitern, die mehr als 20 % ihrer Arbeitszeit nicht an einem festen Arbeits-

[72] Durch die Auswahl der befragten Unternehmen (vgl. Abschnitt 6.2) sind die Anteile der Größenklassen nach durchschnittlicher Mitarbeiterzahl nicht repräsentativ für die deutsche Wirtschaft: Kleine Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitern sind im Datensatz unterrepräsentiert, Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern überrepräsentiert (vgl. IfM 2008, S. 1).

platz sind (vgl. techconsult 2003, S. 4) – ist sehr unterschiedlich, die Verteilung zeigt Abbildung 48.

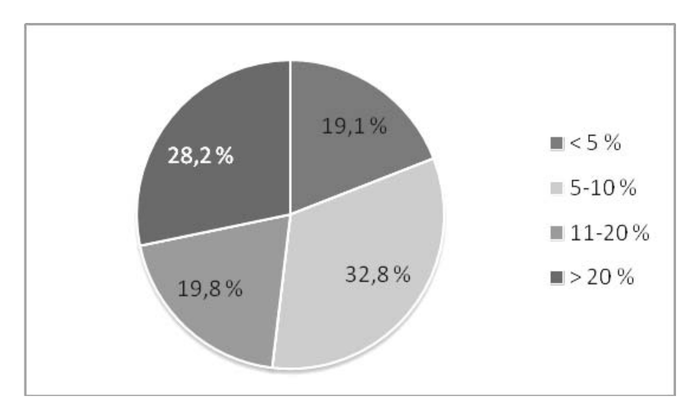


Abbildung 48: Prozentualer Anteil mobiler Mitarbeiter (N=131)

6.3.2 Nutzung des mobilen Internets

Die Forschungsfragen zur Nutzung des mobilen Internets (vgl. Tabelle 18) beschäftigen sich mit dem aktuellen Einsatz dieser Technologie in Unternehmen.

Wie hoch ist der Anteil der Unternehmen, die mobiles Internet einsetzen? (A.1.1)
Mit 86,3 % setzt der Großteil der Unternehmen das mobile Internet ein. Nur 13,7 % verneinen dies (vgl. Tabelle 69). Im Vergleich zur Nutzung ähnlicher Technologien ist dies bereits ein hoher Anteil: Im Jahr 2010 nutzten 85 % der deutschen Unternehmen Computer und 82 % das stationäre Internet (vgl. DESTATIS 2010a). In der Stichprobe setzt also ein höherer Anteil der Unternehmen das mobile Internet ein (Datenerhebung: 2011), als der Anteil der deutschen Unternehmen, die das stationäre Internet nutzen (Datenerhebung: 2010). Das Ergebnis lässt sich zum einen dadurch erklären, dass bei einer Fragebogenerhebung dieser Art vor allem an der Thematik interessierte Unternehmen antworten, zum anderen jedoch auch durch die Überrepräsentanz von großen Unternehmen im Datensatz (vgl. Abschnitt 6.3.1). Es verweist jedoch auch darauf, dass bei der Nutzung von mobilem Internet in Unternehmen weniger die Frage interessant ist, ob Unternehmen dieses nutzen, sondern vor allem, auf welche Art und in welcher Intensität.

Besteht ein Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße und/oder dem Wirtschaftssektor und dem Einsatz des mobilen Internets? (A.1.2)
Untersucht man die Unternehmensgröße in Zusammenhang mit dem Einsatz des mobilen Internets, so ergibt sich mit Hilfe einer biserialen Rangkorrelation ein niedriger positiver Zusammenhang von 0,2. Größere Unternehmen setzen somit

mobiles Internet häufiger ein, als kleinere – der Unterschied ist jedoch aufgrund der bereits sehr hohen Verbreitung der Technologie in Unternehmen gering.

Die Auswertung der Nutzung nach Wirtschaftssektoren führt dagegen zu deutlichen Differenzen. Abbildung 49 zeigt die vier Sektoren, auf die jeweils mindestens 10 % der Antworten entfallen. Der Bereich „Erbringung von sonstigen öffentlichen Dienstleistungen" und das Kredit- und Versicherungsgewerbe weisen hierbei eine überdurchschnittlich Nutzung, das verarbeitende Gewerbe und der Handel eine unterdurchschnittliche Nutzung des mobilen Internets auf.

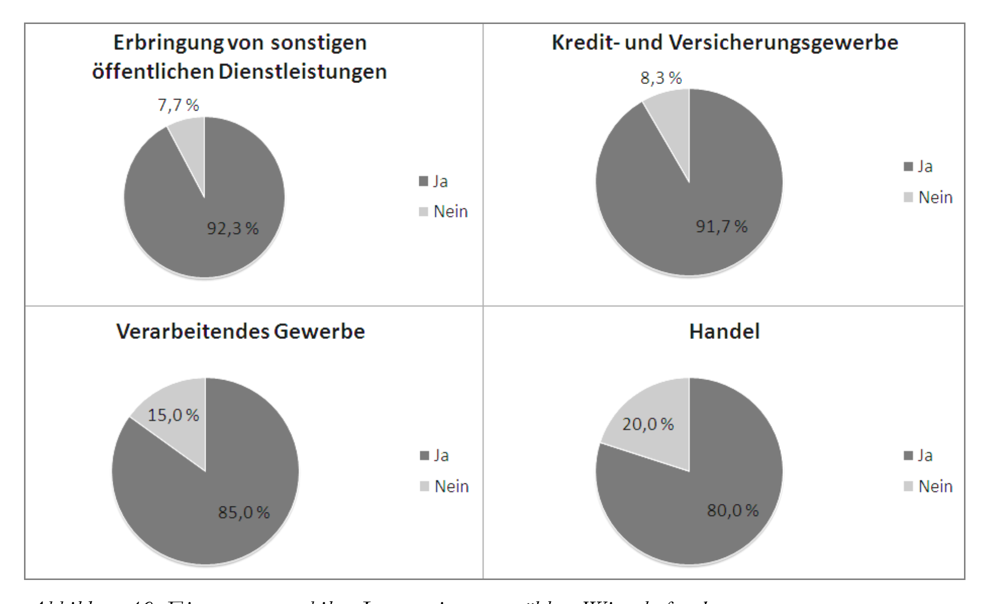


Abbildung 49: Einsatz von mobilem Internet in ausgewählten Wirtschaftssektoren

Erhalten Mitarbeiter ein mobiles Endgerät zur dienstlichen Verwendung? (A.2.1)
96,2 % der Unternehmen geben an, dass Sie ihren Mitarbeitern ein mobiles Endgerät zur dienstlichen Verwendung zur Verfügung stellen (vgl. Tabelle 61). Nur fünf von 132 Unternehmen geben das Gegenteil an, wobei es sich hierbei nicht um Kleinstunternehmen handelt, sondern um Unternehmen mittlerer Größe und Unternehmen zwischen 500 und 7.500 Mitarbeitern.

Wird die Nutzung privater mobiler Endgeräte in Unternehmen erlaubt? (A.2.2)
Die Mehrheit der Unternehmen (58,6 %) gestattet den Zugriff auf Unternehmensressourcen mit privaten Endgeräten nicht. 41,1 % erlauben dies (vgl. Tabelle 74). Bei der Nutzung von unternehmensspezifischer Anwendungssoftware auf privaten Endgeräten sind die Unternehmen noch deutlich restriktiver (vgl. Tabelle 84): Über drei Viertel erlauben dies gar nicht, 18,6 % nur eingeschränkt und 4,7 %

erlauben die vollständige Nutzung privater Endgeräte im Unternehmen, wie Abbildung 50 zeigt.

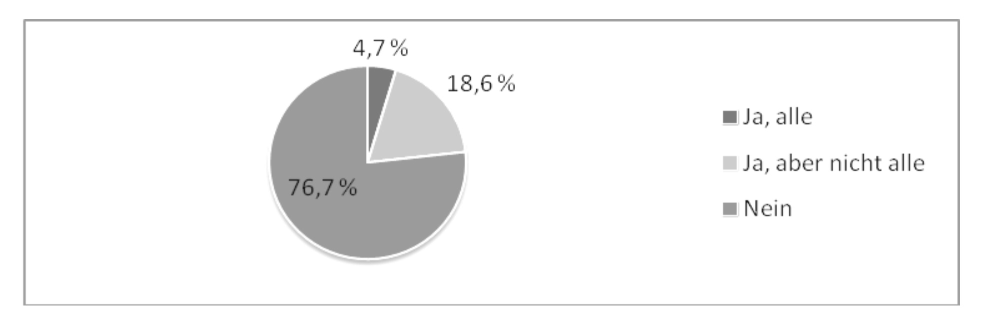


Abbildung 50: Nutzung von unternehmensspezifischen Lösungen auf privaten Endgeräten (N=116)

Wird das mobile Internet zur Integration von mobilen Endgeräten in Prozesse genutzt? (A.3.1)
Mobile Endgeräte entfalten in Unternehmen ihr volles Potenzial, wenn sie nahtlos in Geschäftsprozesse eingebunden werden und diese damit verändern (vgl. Abschnitt 3.4.3). Nur 33 % der Unternehmen geben an, dass mobile Endgeräte stark oder sehr stark in stationäre Prozesse eingebunden sind. 47,8 % der Unternehmen haben bisher nur eine geringe oder sehr geringe Integration erreicht, 19,1 % sind bei dieser Frage unentschlossen (vgl. Tabelle 71). Diese Bewertung – dargestellt in Abbildung 51 – spricht dafür, dass Unternehmen die Potenziale der Technologie noch nicht voll ausschöpfen.

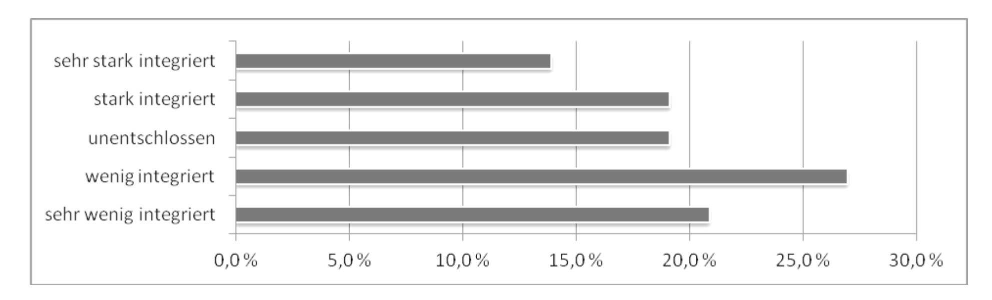


Abbildung 51: Grad der Integration des mobilen Internets in stationäre Prozesse (N=115)

Setzen Unternehmen mobile Anwendungen ein? (A.3.2)
Exakt die Hälfte der Unternehmen setzt generell nur Standarddienste wie den Zugriff auf die dienstlichen E-Mails oder das World Wide Web ein, die andere Hälfte nutzt weitere Dienste und Applikationen (vgl. Tabelle 78). Betrachtet man den Einsatz mobiler Anwendungen genauer, so kann man feststellen, dass Unternehmen vorrangig mit mobilen Betriebssystemen mitgelieferte Anwendungen nutzen. 69,7 % der Unternehmen verwenden diese häufig oder sehr häufig, Indi-

viduallösungen kommen hier auf einen Wert von 57,8 %, nachzuinstallierende Standardsoftware auf 50 % (vgl. Abbildung 52).

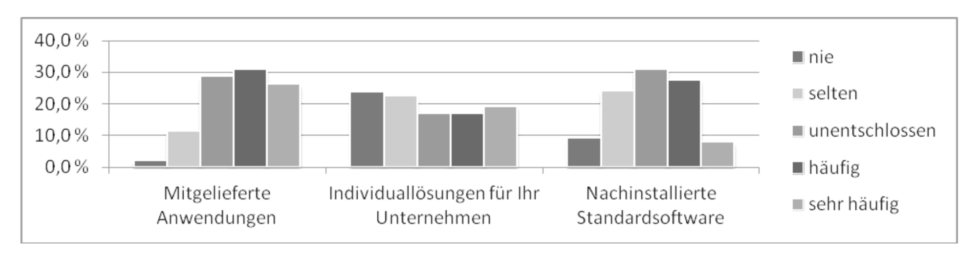


Abbildung 52: Häufigkeit der Nutzung von Softwarearten (N={87,88,87})[73]

Vergleicht man die Mittelwerte der drei Anwendungsgruppen (wobei 1 „nie" entspricht und 5 „sehr häufig"), so ergibt sich eine andere Reihenfolge: Auch hier liegen mitgelieferte Anwendungen mit einem arithmetischen Mittel von 3,7 (häufiger Einsatz) vor nachinstallierten Standardanwendungen (3,0) und Individuallösungen (2,9; jeweils „unentschlossen"). Dies ergibt sich dadurch, dass 23,9 % aller Unternehmen angeben, Individuallösungen nie zu nutzen.

Mögliche Gründe für den ausschließlichen Einsatz von Standarddiensten zeigt Abbildung 53. Eine Mehrheit der Unternehmen, die erweiterte Dienste und mobile Anwendungen nicht nutzen, sehen keinen Bedarf dafür oder halten die Kosten für zu hoch (vgl. Tabelle 74).

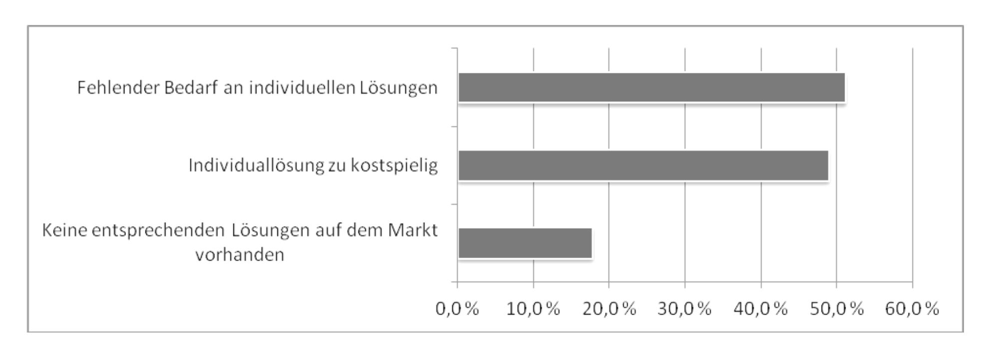


Abbildung 53: Gründe für den Verzicht auf Individuallösungen (N=45)

Eine Möglichkeit, Standardsoftware nachzuinstallieren, ist die Nutzung der zu mobilen Betriebssystemen gehörenden AppStores. 40,5 % der Unternehmen erlauben ihren Mitarbeitern den Zugriff auf diese Form von Softwaremarktplatz. Unternehmensspezifische Anwendungen werden darüber jedoch kaum bezogen, wobei die Nutzung kostenloser Anwendungen (arithmetisches Mittel: 2,0; „selten") geringfügig häufiger stattfindet als die kostenpflichtiger Anwendungen (1,6;

[73] 1=nie, 2=selten, 3=unentschlossen, 4=häufig, 5=sehr häufig.

ebenfalls „selten“), vgl. Abbildung 54. Dass Unternehmen auf externe AppStores zugreifen und dabei kostenlose Anwendungen nutzen, lässt sich auch damit begründen, dass Standardsoftwareanbieter zunehmend häufiger kostenlose Frontends für ihre Unternehmensanwendungen dort bereitstellen.

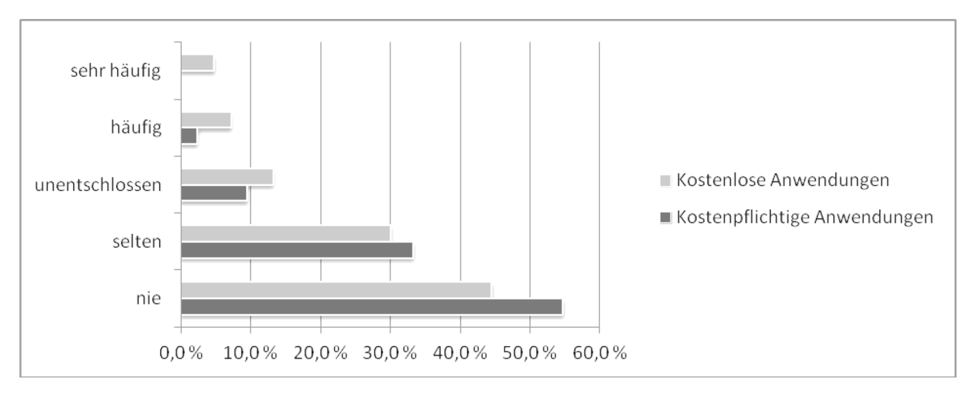


Abbildung 54: Bezug von Anwendungen aus AppStores (N={83,84})

Ein Großteil der Unternehmen nutzt also das mobile Internet, verwendet jedoch zumeist Standarddienste und mit den Endgeräten mitgelieferte Anwendungen. Eine Integration von mobilen Endgeräten in Geschäftsprozesse und die Nutzung von individuellen mobilen Anwendungen ist noch deutlich unterentwickelt.

6.3.3 Bewertung des mobilen Internets

Neben der aktuellen Nutzung des mobilen Internets wurde auch die gegenwärtige und zukünftige Bedeutung dieser Technologie für Unternehmen abgefragt. Hieraus können Rückschlüsse gezogen werden, wie sich die Nutzung in Zukunft entwickeln wird.

Wie bewerten Unternehmen die heutige Bedeutung des mobilen Internets? (B.1.1)
62,1 % der Unternehmen halten das mobile Internet bereits heute für wichtig oder sehr wichtig für ihre Geschäfte. Nur 10,6 % halten es für unwichtig, 3,8 % für sehr unwichtig (vgl. Abbildung 55 und Tabelle 64). In der Gesamtbewertung ergibt sich ein arithmetisches Mittel von 3,7 („wichtig“), welches in den Wirtschaftssektoren „Energie- und Wasserversorgung“ (3,9) und „Erbringung von sonstigen öffentlichen Dienstleistungen“ (4,1) am höchsten ist.

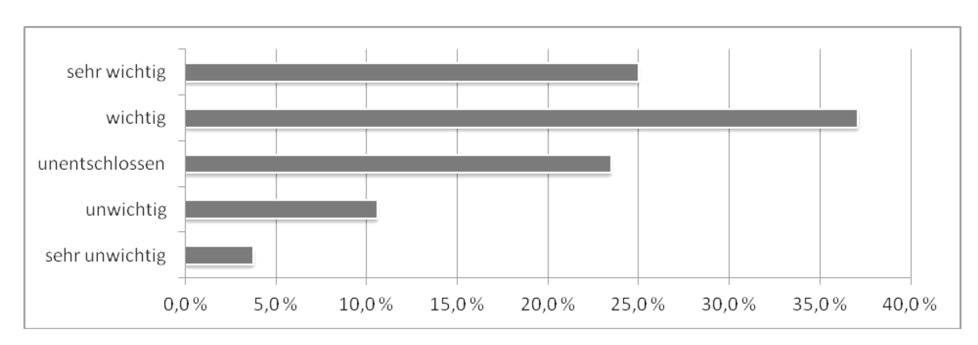


Abbildung 55: Heutige Wichtigkeit des mobilen Internets (N=132)

Bei der Bedeutung des mobilen Internets für den heutigen Arbeitsalltag im Unternehmen, ergibt sich kein eindeutiges Bild (arithmetisches Mittel: 3,0; „unentschlossen; siehe Abbildung 56). 38,2 % der Unternehmen sehen das mobile Internet als weniger wichtigen oder unwichtigen Bestandteil des Arbeitsalltags, 33,9 % als wichtigen oder gar sehr wichtigen Bestandteil. 27,8 % sind unentschlossen.

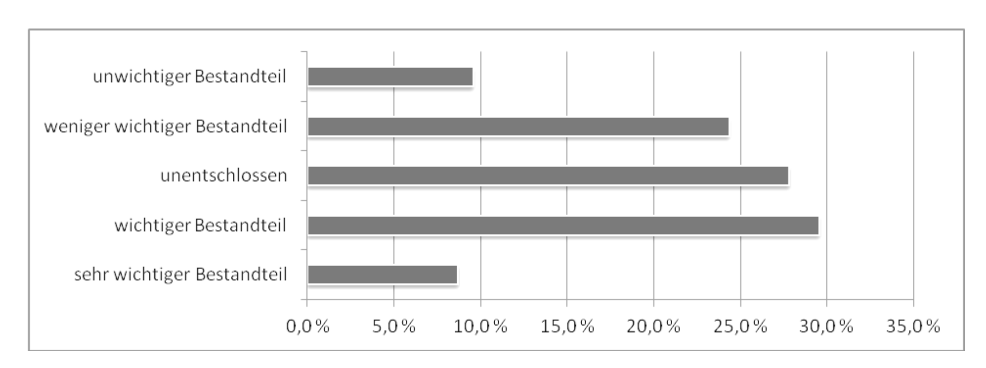


Abbildung 56: Bedeutung des mobilen Internets für den Arbeitsalltag (N=115)

Wie bewerten Unternehmen die zukünftige Bedeutung des mobilen Internets? (B.1.2)
Zu der Bewertung der Wichtigkeit des mobilen Internets für ihr Unternehmen befragt, prognostizieren die Unternehmen eine steigende Bedeutung, wie Abbildung 57 zeigt.

81,7 % der Unternehmen sind davon überzeugt, dass das mobile Internet in drei Jahren wichtig oder sehr wichtig für ihre Firma ist. Während aktuell nur 25 % der Unternehmen das mobile Internet für „sehr wichtig“ halten, sind es beim Blick in die nahe Zukunft bereits 41,2 %.

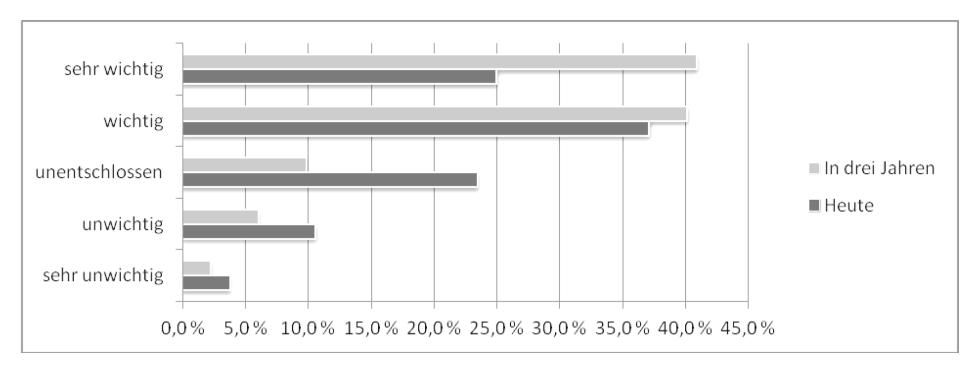


Abbildung 57: Wichtigkeit des mobilen Internets heute und in drei Jahren (N=131)

Es ergibt sich ein arithmetisches Mittel der Bewertung von 4,1 („wichtig"). 53,4 % der Unternehmen gehen von einer konstanten Bedeutung aus, 44,3 % von einer steigenden; 2,3 % der Unternehmen erwarten, dass das mobile Internet für sie weniger wichtig seien wird.

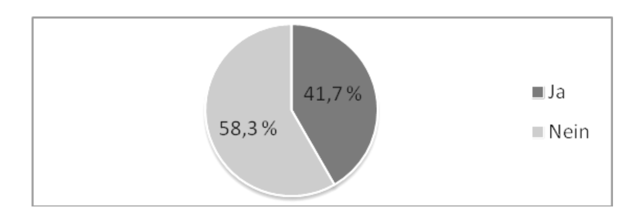


Abbildung 58: Intention, das mobile Internet in den nächsten drei Jahren einzuführen (N=36)

Betrachtet man die 13,7 % der Unternehmen, welche mobiles Internet zurzeit nicht einsetzen (vgl. Abschnitt 6.3.2), so planen nur 41,7 % dieser Unternehmen, dies in den nächsten drei Jahren zu ändern (siehe Abbildung 58).

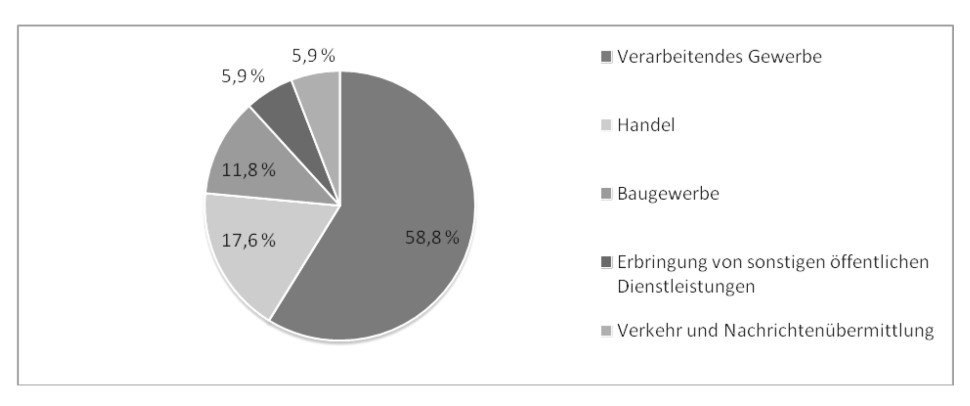


Abbildung 59: Wirtschaftssektoren der Unternehmen, die das mobile Internet nicht einsetzen (N=36)

Für bestimmte Wirtschaftssektoren bleibt diese Technologie offenbar weiterhin uninteressant, der Großteil der Unternehmen, welcher auch in Zukunft kein mobiles Internet einsetzen will, stammt aus dem verarbeitenden Gewerbe (58,8 %, siehe Abbildung 59).

Um die Berücksichtigung des mobilen Internets im Unternehmensalltag indirekt zu erheben, wurde die Einbindung bei strategischen und operativen Entscheidungen abgefragt.

Ist das mobile Internet in die IT-Strategie von Unternehmen eingebunden? (B.2.1)
Trotz der Situation, dass 86,3 % der Unternehmen das mobile Internet verwenden, geben 51,9 % an, dass sie über keine schriftliche IT-Strategie verfügen, in der das mobile Internet enthalten ist – nur bei 48,1 % ist dies der Fall. Hierbei lässt sich allerdings feststellen, dass die Unternehmensgröße einen deutlichen Einfluss hat: Bei 86,7 % der Unternehmen mit mehr als 25.000 Mitarbeitern existiert eine IT-Strategie, die das mobile Internet beinhaltet; bei Unternehmen zwischen 50 und 149 Mitarbeitern ist dies nur bei 17,2 % der Fall.

Wird die Nutzung des mobilen Internets bei der Beschaffung von Endgeräten berücksichtigt? (B.2.2)
Bei der Neubeschaffung von mobilen Endgeräten achten 87,9 % der Unternehmen bereits darauf, dass mit den Endgeräten Internetdienste genutzt werden können und ein Mobilfunkvertrag mit ausreichend Datenvolumen hierfür existiert. Somit entsteht eine Gerätebasis, die eine weitgehende Nutzung des mobilen Internets zulässt.

Zur Motivation von Unternehmen, das mobile Internet einzusetzen, wurden zwei Gründe genauer betrachtet: Die Mitarbeiternachfrage und die Rentabilität des Einsatzes.

Hat die private Nutzung des mobilen Internets durch Mitarbeiter einen Einfluss auf die dienstliche Nutzung? (B.3.1)
Im Privatbereich weist das mobile Internet bereits eine hohe Nutzung auf. Mitarbeiter und insbesondere das Führungspersonal von Unternehmen kennen daher die Vorteile dieser Technologie (vgl. Wohlfahrt 2004, S. 88). Bei der Frage, ob die Mitarbeiternachfrage zur Nutzung des mobilen Internets geführt hat, ergibt sich keine klare Tendenz: 35,1 % der Unternehmen stimmen zu, 34,3 % lehnen ab und 30,5 % sind unentschieden.

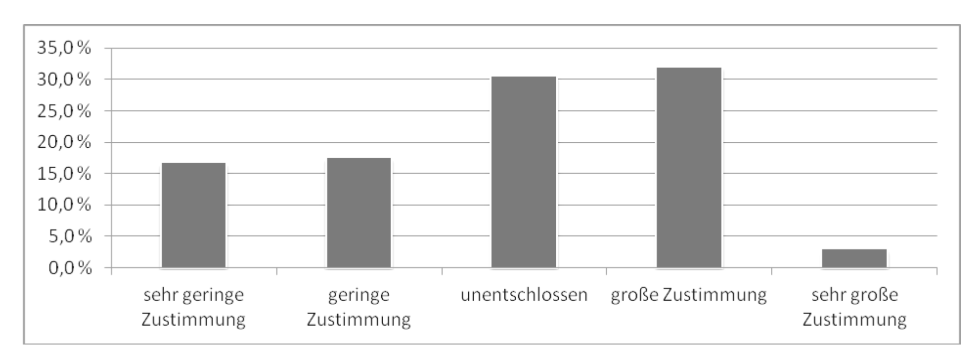


Abbildung 60: Mitarbeiterdrang zur Einführung des mobilen Internets (N=131)

Werden Investitionen in das mobile Internet als rentabel angesehen? (B.3.2)
Auch bei der Rentabilität des Einsatzes von mobilem Internet ergibt sich kein klares Bild: 26,1 % der Unternehmen geben an, dass sich Investitionen in das mobile Internet finanziell lohnen, 33,9 % lehnen dies ab, 40 % sind unentschieden, wie Abbildung 61 zeigt.

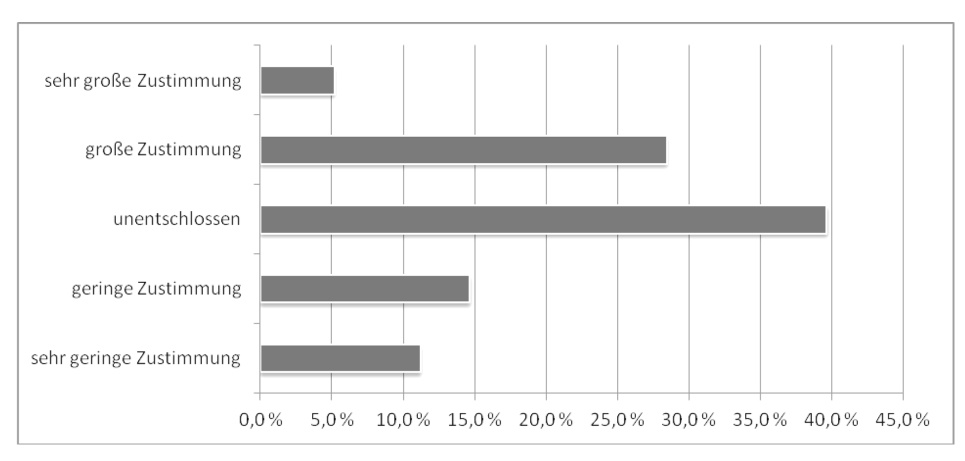


Abbildung 61: Rentabilität der Investition in das mobile Internet (N=115)

Unternehmen prognostizieren also dem mobilen Internet in der nahen Zukunft eine wichtige Bedeutung für Unternehmen – wobei einzelne Wirtschaftssektoren davon ausgenommen bleiben. Die Technologie ist aber zurzeit noch kein wichtiger Bestandteil des Arbeitslebens und die Rentabilität von Investitionen ist noch ungeklärt.

6.3.4 Herausforderungen des mobilen Internets

Die Herausforderungen des mobilen Internets werden in Kapitel 4 ausführlich diskutiert. Dabei wurden zahlreiche mobilitäts- und heterogenitätsbedingte Problemfelder ermittelt.

Welche Herausforderungen sehen Unternehmen beim Einsatz von mobilem Internet? (C.1.1)
Für Unternehmen sind die typischen Nachteile mobiler Endgeräte – wie beispielsweise eine im Vergleich zu stationären PCs geringere Rechenleistung, Bildschirmauflösung und das Vorhandensein unterschiedlicher Bedienkonzepte – von untergeordneter Bedeutung. Von den endgeräteorientierten Herausforderungen bekommen die begrenzten Akkulaufzeiten die höchste Bedeutung durch die Unternehmen zugewiesen; 40,7 % halten diese für problematisch.

Deutlich wichtiger dagegen sind die Kosten der Nutzung und die Heterogenität der Betriebssysteme, welche jeweils für 46,3 % der Unternehmen relevante Herausforderungen sind. Die größte Bedeutung haben Bedenken bezüglich des Datenschutzes mit 56,9 %, wie Abbildung 62 zeigt. Dies spiegelt das mehrheitlich hohe Sicherheitsbewusstsein der Unternehmen wieder: 55,8 % der Unternehmen geben an, dass sie generell große oder sehr große Sicherheitsrisiken für ihre IT-Anwendungen sehen (vgl. Tabelle 68).

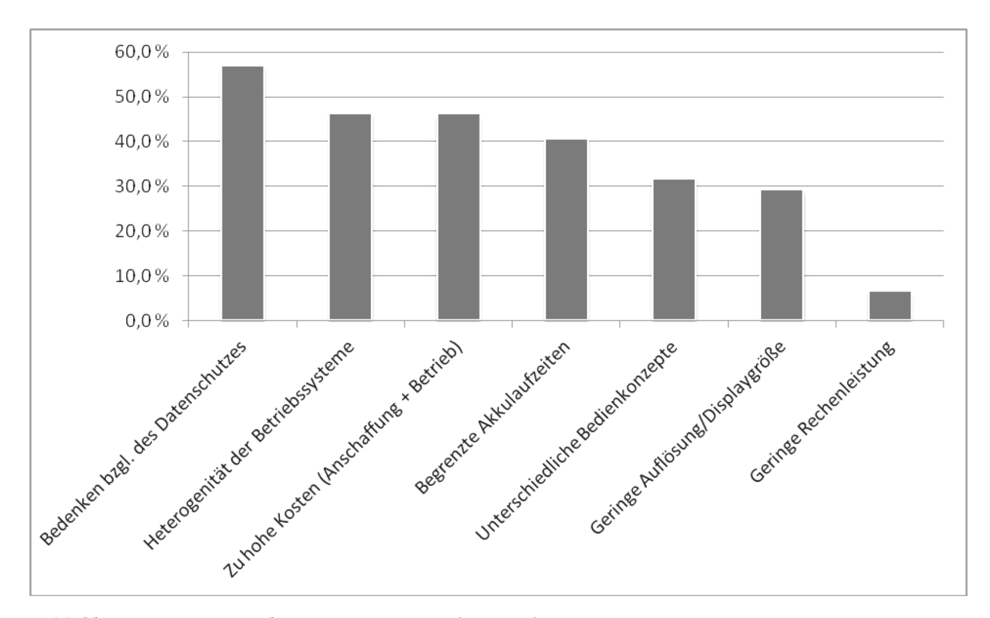


Abbildung 62: Herausforderungen aus Unternehmenssicht

Wie bewerten Unternehmen die Integration von mobilen Endgeräten in Unternehmensprozesse? (C.1.2)

Um das mobile Internet möglichst nutzenstiftend einzusetzen, müssen mobile Endgeräte nicht nur für Basisdienste genutzt werden, sondern auch in Unternehmensprozesse direkt eingebunden werden. Die Fallstudienuntersuchung (vgl. Kapitel 5) hat hierzu aufgezeigt, dass dies beispielsweise durch Integrationsserver gewährleistet werden kann. Dennoch sehen darin 43,4 % der Unternehmen eine große oder sehr große Herausforderung, nur 25,7 % halten dies für ein geringes Problem (siehe Abbildung 63).

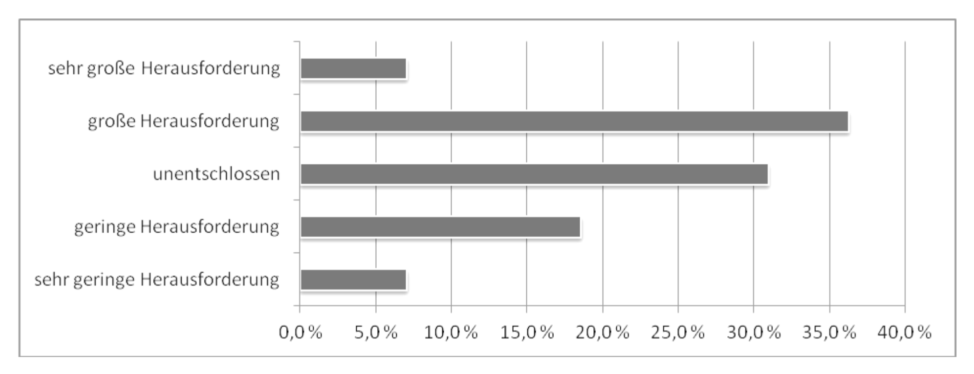


Abbildung 63: Bewertung der Integration von mobilen Endgeräten in Geschäftsprozesse (N=113)

Bei der Bewertung dieser Herausforderung ist eine tendenzielle Abhängigkeit von der Größe des Unternehmens festzustellen, wie Abbildung 64 zeigt.

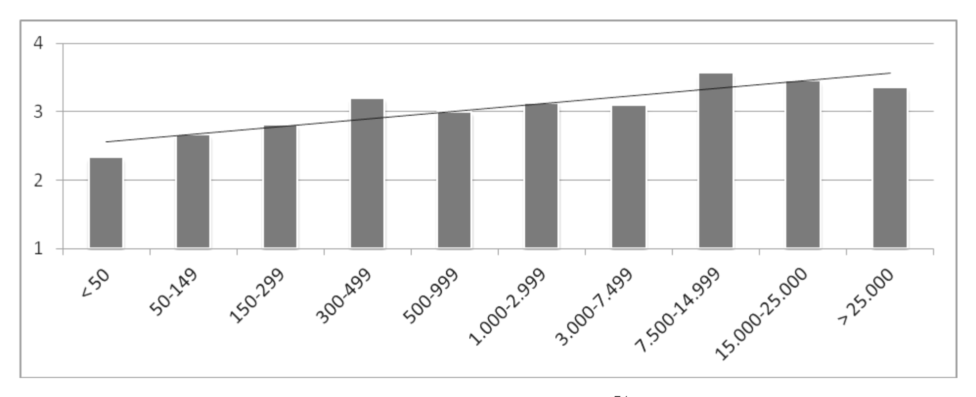


Abbildung 64: Bewertung der Integration nach Unternehmensgröße[74] (N=113)

[74] 1=sehr geringe Herausforderung, 3=unentschlossen, 5=sehr große Herausforderung.

Je kleiner das Unternehmen, desto weniger wird die Integration mobiler Endgeräte als Problem gesehen. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass in großen Unternehmen Prozesse formaler und komplexer sind.

Stellt die Heterogenität mobiler Betriebssysteme für Unternehmen eine besondere Herausforderung dar? (C.2.1)
Wie bereits vorab aufgezeigt, sehen 46,3 % der Unternehmen die Heterogenität mobiler Betriebssysteme als Herausforderung. Dieser Wert wird steigen, wenn Unternehmen verstärkt mehr als nur Standarddienste nutzen – denn bei diesen ist Heterogenität aufgrund der standardisierten Protokolle (v. a. HTTP, IMAP/POP3/SMTP) kein Problem. Heterogenität wird insbesondere dann relevant, wenn Unternehmen nicht ein einziges mobiles Betriebssystem als Standard im Unternehmen festlegen. Dies ist bei 70,4 % der Unternehmen der Fall, nur 29,6 % beschränken sich auf einziges Betriebssystem. Damit ist die Heterogenität mobiler Betriebssysteme als besondere Herausforderung zu sehen. Die Unternehmen, welche ausschließlich ein einziges mobiles Betriebssystem einsetzen, arbeiten mehrheitlich mit RIM BlackBerry OS oder Microsoft Windows Phone, wie Abbildung 65 zeigt. Dies ist damit zu erklären, dass beide Betriebssysteme von Anfang an Möglichkeiten zur Integration in IT-Infrastrukturen von Unternehmen boten (vgl. Barczok/Opitz 2009, S. 86ff.).

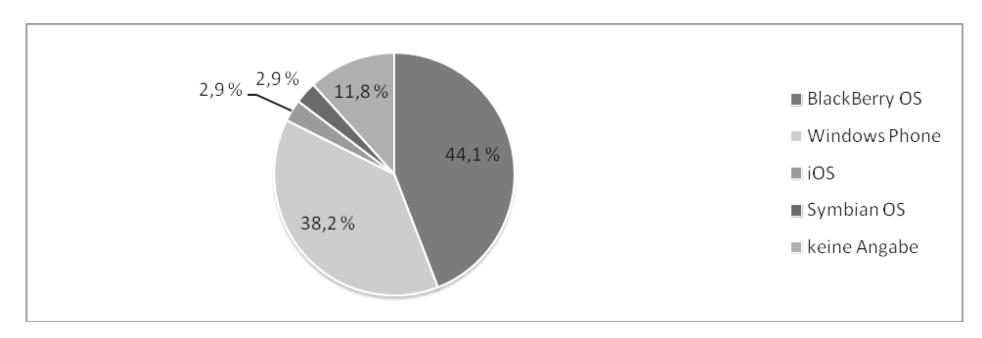


Abbildung 65: Anteile bei ausschließlichem Einsatz eines Betriebssystems (N=34)

Unternehmen sehen im Datenschutz, der Heterogenität der Betriebssysteme, den Kosten des Einsatzes und in der Integration von mobilen Endgeräten in Geschäftsprozesse die größten Herausforderungen. Die Heterogenität der Betriebssysteme wird insbesondere dadurch zum Problem, dass sich ein großer Anteil der Unternehmen nicht auf ein einziges Betriebssystem beschränkt.

6.4 Zusammenfassung

Die Befragung zeigt, dass das mobile Internet in Unternehmen als wichtig angesehen und bereits oft genutzt wird – jedoch bisher häufig für Standarddienste wie den Zugriff auf das WWW oder E-Mail. Individuallösungen für mobile Anwendungssysteme und eine nahtlose Integration in die Geschäftsprozesse sind derzeit selten. Greift man auf das Phasenmodell der Einführung von mobilem Internet in Unternehmen (vgl. Abbildung 22) zurück, so kann man festhalten, dass der Großteil der Unternehmen sich in Phase 2 befindet: Die IT-Infrastruktur wurde für mobile Endgeräte geöffnet und nun werden mobile Endgeräte zunehmend stärker eingebunden und in Geschäftsprozesse integriert.

Für eine zukünftig stärkere Nutzung des mobilen Internets in Unternehmen spricht auch, dass die befragten Unternehmen dem mobilen Internet in drei Jahren eine deutlich größere Bedeutung als heute zusprechen. Allerdings sind viele Unternehmen unentschlossen, ob sich Investitionen in das mobile Internet rentieren. Zudem sehen die Unternehmen deutliche Herausforderungen beim Einsatz dieser Technologie, allem voran Datenschutzbedenken, die Heterogenität der Betriebssysteme und die Integration mobiler Endgeräte in Geschäftsprozesse. Die Inkompatibilität mobiler Betriebssysteme wird dabei insbesondere dadurch zu einer Herausforderung, dass über 70 % der Unternehmen sich nicht auf ein einziges Betriebssystem beschränken.

Neben der hohen Bedeutung, die dem mobilen Internet durch die Unternehmen beigemessen wird, konnten jedoch auch Wirtschaftssektoren wie das verarbeitende Gewerbe identifiziert werden, in denen ein mobiler Internetzugriff weniger wichtig scheint. Die Kernaussagen der einzelnen Themenblöcke (Nutzung, Bewertung, Herausforderungen) gibt Tabelle 21 wieder.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Unternehmen in den nächsten Jahren verstärkt in die Entwicklung mobiler Anwendungen und in die Integration mobiler Endgeräte in Geschäftsprozesse investieren werden. Für eine verstärkte Nutzung des mobilen Internets in Unternehmen müssen jedoch die identifizierten Herausforderungen adressiert werden, wobei zwei im Vordergrund stehen: Bedenken bezüglich *Datenschutz und Datensicherheit* wurden von den Unternehmen als wichtigste Herausforderung benannt. Diese können den Einsatz der Technologie verhindern oder einschränken. Die *Heterogenität der Betriebssysteme* verursacht erhöhte Kosten für Unternehmen, unter anderem, weil mobile Unternehmensanwendungen deswegen für mehrere Betriebssysteme entwickelt und diese Anwendungsvarianten verwaltet und gewartet werden müssen. Technische Lösungsansätze für die Herausforderungen des mobilen Internets werden im nachfolgenden Kapitel diskutiert.

Tabelle 21: Zentrale Ergebnisse der Unternehmensbefragung

Themen-block	Ergebnis
Nutzung	86,3 % der Unternehmen nutzen das mobile Internet.
	Der Anteil der Unternehmen, die das mobile Internet einsetzen, unterscheidet sich zwischen den Wirtschaftssektoren.
	96,2 % der Unternehmen stellen ihren Mitarbeitern mobile Endgeräte zur Verfügung.
	58,6 % der Unternehmen verweigern die Nutzung privater mobiler Endgeräte zu Dienstzwecken.
	Die Integration von mobilen Endgeräten in Geschäftsprozesse existiert nur in einem Drittel der Unternehmen.
	Die Hälfte der Unternehmen setzt nur Standarddienste wie den Zugriff auf das WWW oder E-Mail ein.
Bewertung	62,1 % der Unternehmen halten das mobile Internet für wichtig oder sehr wichtig für ihr Unternehmen.
	81,7 % der Unternehmen prognostizieren, dass das mobile Internet in drei Jahren wichtig oder sehr wichtig für ihr Unternehmen seien wird.
	Nur 51,9 % der Unternehmen haben eine IT-Strategie, die das mobile Internet beinhaltet.
	87,9 % der Unternehmen achten bei der Anschaffung von Endgeräten auf die Internetfähigkeit.
	Eine eindeutige Aussage über die Rentabilität von Investitionen in das mobile Internet kann nicht getroffen werden.
Herausfor-derungen	56,9 % der Unternehmen sehen Bedenken bezüglich des Datenschutzes als Herausforderung an.
	70,4 % der Unternehmen setzen verschiedene Betriebssysteme auf mobilen Endgeräten ein

7 Technische Lösungsansätze zur Gestaltung des Einsatzes von mobilem Internet

Die Untersuchung der Herausforderungen des Einsatzes von mobilem Internet in Unternehmen hat eine hohe Anzahl an Problemfeldern, gruppierbar zu sieben zentralen Themenkomplexen ergeben (vgl. Abschnitt 4.5). Für sie existieren diverse Lösungsansätze auf unterschiedlichem Abstraktionsniveau, welche im Nachfolgenden geordnet nach den Einflussfaktoren Mobilität (Abschnitt 7.1) und Heterogenität (Abschnitt 7.2) geschildert werden. Diese entstammen der Literatur und den Beobachtungen aus den Fallstudien (vgl. Kapitel 5). Anschließend werden zentrale Lösungsansätze ausgewählt, in Abschnitt 7.3 geschildert und ihr Lösungsbeitrag analysiert.

7.1 Mobilitätsbedingte Herausforderungen

In Abschnitt 4.3 wurden 13 konkrete Herausforderungen durch Mobilität ermittelt. Dies beginnt mit der *schlechten Wartbarkeit mobiler Endgeräte* aufgrund ihrer Ortsflexibilität und der *fehlenden Kenntnis über die lokale Softwareumgebung auf dem End-*

gerät (I und II[75]). Diese Herausforderungen lassen sich über zwei Methoden adressieren: Zum einen existieren Softwareprodukte zum Verwalten von mobilen Endgeräten, die über auf den mobilen Endgeräten installierten Softwarekomponenten die Überwachung, Steuerung, Sperrung und Datenlöschung ermöglichen. Diese Softwareprodukte werden unter dem Begriff „Mobile Device Management" (MDM) zusammengefasst (vgl. Stricklen et al. 2008, S. 1). Im Privatkundenbereich hat sich zum anderen eine neue Form der Softwaredistribution etabliert, die auch im Geschäftskundenbereich sinnvoll einsetzbar ist: Mobile Application Stores verwalten einen Pool von verfügbaren Anwendungen, bieten diese dem Nutzer an und gleichen seinen lokalen Installationsstand mit dem Anwendungspool ab (vgl. Ghezzi/Balocco/Rangone 2010, S. 33ff.).

Die *schwankende Funkverbindung* (III) muss über eine gut gewählte Softwarearchitektur (vor allem in Hinblick auf den Umgang mit Verbindungsabbrüchen[76]) und eine entsprechende Programmierung, beispielsweise über die Zwischenspeicherung (Caching, vgl. Du/Gupta 2005, S. 337ff.) von Inhalten nach dem Store-and-Forward-Verfahren realisiert werden (vgl. Lee/Schneider/Schell 2004, S. 35f.). Die *schwankende Verfügbarkeit externer Ressourcen* (IV) kann nur bedingt gelöst werden, hier ist vor allem eine ortsbezogene Datenbank mit Verbindungsinformationen/-konfigurationen (vgl. Aebi 2004, S. 9) vorstellbar, die die Nutzung wechselnder Ressourcen erleichtert.

Beschränkten internen Ressourcen (V) kann durch eine Verlagerung von Speicher- und Rechenvorgängen auf stationäre Systeme begegnet werden – dies verursacht jedoch Interaktionseffekte mit Herausforderung III. Eine solche Lastverlagerung wird in der Literatur auch als Server-based Computing (SBC) bezeichnet. Mögliche in der Literatur benannte Verfahren für SBC sind beispielsweise Grid Computing und Cloud Computing (vgl. Dunkel et al. 2008, S. 161ff.; Hayes 2008, S. 9ff; Christmann et al. 2010, S. 62ff.), sowie Application Service Providing (ASP; vgl. Stahlknecht/Hasenkamp 2004, S. 452f.) und Software as a Service (SaaS, vgl. Buxmann/Hess/Lehmann 2008, S. 6ff.).

Die *beschränkten Aus- und Eingabemöglichkeiten und die Adaption des Endgeräteverhaltens* (VI-VIII) können teilweise durch die automatische Anpassung an den Kontext eines Endgeräts adressiert werden. Dieses wird in der Literatur als Kontextadaption bezeichnet (vgl. Chen/Kotz 2000, S. 3ff.) und bezieht sich auf die Kontextsensitivität als zentrale Eigenschaft mobiler Endgeräte (vgl. Abschnitt 3.1.2). Die Usability von Anwendungen, die durch eine mangelnde Adaption einer Anwendung an das konkrete Endgerät reduziert ist, kann darüber hinaus über eine gezielte Anwendungsentwicklung unter Wahl einer entsprechenden Oberflächentechno-

[75] Die nummerierten Herausforderungen werden in Tabelle 22 und Tabelle 23 den Lösungsansätzen zugeordnet. Die Nummerierung erlaubt zudem Rückbezüge auf die Herleitung in den Abschnitten 4.3 und 4.4.

[76] Zentraler Parameter ist hier die Ausgestaltung der Lastverteilung (siehe Abschnitt 8.1.2.2).

logie (z. B. Rich Internet Applications, RIA; vgl. Fraternali/Rossi/Sánchez-Figueroa 2010, S. 9ff.) unterstützt werden.

Risiken der *Verbindung über eine potenziell unsichere Netzwerkverbindung* (IX) können über Verschlüsselungsverfahren auf verschiedenen Protokollebenen des Internet-Schichtenmodells (vgl. Hunt 1995, S. 11ff; Black 1995, S. 10ff.) gelöst werden. Zu nennen sind hier vor allem die in der Praxis bereits weit verbreiteten Verfahren des Virtual Private Network (VPN, vgl. Scott/Wolfe/Erwin 2001, S. 5ff.) und das HyperText Transfer Protocol Secure (HTTPS, vgl. Oaks 2001, S. 311ff.), basierend auf dem Secure Socket Layer (SSL, vgl. Hansmann et al. 2003, S. 214f.).

Eine *Integration der mobilen Endgeräte in Geschäftsprozesse* (X) kann über Integrationsserver wie SAP Netweaver oder Microsoft BizTalk (vgl. Fallstudienuntersuchung in Kapitel 5) sowie diverse Modellierungssprachen für Geschäftsprozesse (vgl. SAP 2011c) realisiert werden.

Tabelle 22: Lösungsansätze für mobilitätsbedingte Herausforderungen im mobilen Internet

Lösungsansatz	Zugehörige Herausforderung[77]
Mobile Device Management	I, II, IX, XI, XII, XIII
Mobile Application Stores	I, II
Store-and-Forward-Verfahren	III
Ortsbezogene Datenbank mit Verbindungsinformationen	IV
Server-based Computing	V, XI, XII
Kontextadaption	VI, VII, VIII
Implementierung mit spezieller Oberflächentechnologie	VII
Verschlüsselung	IX
Integrationsserver	X
Synchronisationssoftware	XI

[77] Die angegebenen Nummern sind im vorstehenden Text referenziert und können zudem Tabelle 9 und Tabelle 10 im Abschnitt 4.3 entnommen werden.

Der *Datenabgleich zwischen Endgerät und Server* (XI) wird durch die Auslagerung der Datenspeicherung auf stationäre Systeme (vgl. Lösungsmöglichkeiten zu Herausforderung V) überflüssig oder kann durch Synchronisationssoftware (vgl. Hansmann et al. 2003, S. 347ff.), wie sie beispielsweise in mobilen Datenbanken bereits implementiert ist (vgl. IBM 2011), erreicht werden. Häufig ist eine solche Funktionalität auch in MDM-Lösungen verfügbar.

Die *Folgen eines Verlusts eines mobilen Endgeräts* (XII) können durch die Sperrung des Geräts oder die entfernt ausgelöste Datenlöschung mittels Mobile Device Management oder durch die Auslagerung der Datenspeicherung auf stationäre System gelöst werden. Dadurch muss nur der Zugang zum System deaktiviert werden, beispielsweise durch Deaktivierung des Nutzerkontos im VPN.

Eine *Inventarisierung und Überwachung von Endgeräten* (XIII) schließlich ist Kernaufgabe eines MDM-Systems, welches eine Datenbank der im Unternehmen genutzten Geräte verwaltet und den Zustand des Endgeräts insbesondere in Hinblick auf seine Softwareausstattung und -konfiguration kontinuierlich überwacht (vgl. Stricklen et al. 2008, S. 1ff.). Eine Übersicht über die möglichen Lösungsansätze gibt Tabelle 22.

7.2 Heterogenitätsbedingte Herausforderungen

Der zentrale Lösungsansatz für Heterogenität ist die Standardisierung von Komponenten und Schnittstellen – wahlweise durch ein Standardisierungsgremium wie die ISO oder das W3C oder durch die Schaffung eines De-Facto-Industriestandards (vgl. Kleinaltenkamp 1993, S. 19; Straube et al. 2007, S. 2ff.). Durch eine Standardisierung von Hard- und Software könnten die Herausforderungen aufgrund der Heterogenität gelöst werden, beispielsweise durch eine betriebssystemunabhängige Ausführung von mobilen Anwendungen oder eine Vereinheitlichung von Ein- und Ausgabemedien. Im mobilen Internet sind jedoch – aufgrund vielfältiger Faktoren wie der selbst heterogenen Nutzerschaft oder der marktlichen Interessen von Soft- und Hardwareherstellern (Christmann/Hagenhoff/Caus 2010, S. 9ff.) – solche Tendenzen nur in geringem Umfang zu beobachten. Beispiele hierfür sind der Ersatz des eigenen Smartphone-Betriebssystems von Nokia durch Microsoft Windows Phone (vgl. Microsoft 2011), die Unterstützung von Google Android-Anwendungen auf RIMs BlackBerry Playbook (vgl. Ogg 2011) oder die Bemühungen des W3C zur Schaffung einer einheitlichen Ablaufumgebung für mobile Anwendungen in Form von Widgets (vgl. Schäfer/Christmann/Hagenhoff 2011, S. 115ff.). Da dies jedoch nur vereinzelte Tendenzen sind, die keinen Globaltrend begründen, werden im Nachfolgenden Lösungsansätze für die neun Detailherausforderungen aus den Abschnitten 4.4.1 und 4.4.2 untersucht.

Dass *Anwendungen nicht auf allen Endgeräten ablauffähig* sind (XIV), kann durch die Nutzung einer weit verbreiteten Laufzeitumgebung behoben werden (vgl. Blom et

al. 2008, S. 132f.). Bestehende Laufzeitumgebungen wie Java ME stehen jedoch nicht auf allen Betriebssystemen zur Verfügung stehen. Ein Lösungsansatz könnte die Nutzung von Webbrowsern (vgl. Abschnitt 2.1.4.5) als Laufzeitumgebung sein (vgl. Taivalsaari et al. 2008). Hierfür ist, aufgrund der limitierten Fähigkeiten des Webbrowsers, typischerweise eine Auslagerung von weiten Teilen der Anwendung auf ein Serversystem nötig (Server-based Computing).

Eine Alternative ist die automatische Generierung von Anwendungsvarianten. Hier wird i. d. R. die Anwendung plattformunabhängig entwickelt und anschließend mit einem Framework in native Anwendungen, optimiert für das jeweilige Betriebssystem, übersetzt (vgl. Wasserman 2010, S. 397; Stark 2010, S. 151ff.; PhoneGap 2011; Rhomobile 2011).

Der Umgang mit unterschiedlichen *Ein- und Ausgabemedien* sowie *unterschiedlich dimensionierten Ressourcen und Datenübertragungskapazitäten* (VI-XVIII) erfordert eine entsprechend adaptive Implementierung von Anwendungen und kann – wie in Abschnitt 7.1 – als Kontextadaption aufgefasst werden.

Eine *Inventarisierung und Überwachung der Endgeräte* sowie die *Installation und Aktualisierung mobiler Anwendungen* (XIX und XX) können von den bereits beschriebenen Mobile Device Management-Systemen oder Mobile Application Stores übernommen werden (vgl. Stricklen et al. 2008, S. 1). Letztere eignen sich auch für die Inventarisierung und Überwachung, weil sie regelmäßig ihren Systemzustand an einen Store-Server übermitteln, um vorliegende Updates für Anwendungen oder ggf. das Betriebssystem identifizieren zu können.

Tabelle 23: Lösungsansätze für heterogenitätsbedingte Herausforderungen im mobilen Internet

Lösungsansatz	Zugehörige Herausforderung78
Nutzung einer weit verbreiteten Laufzeitumgebung	XIV
Server-based Computing	XIV, XX, XXI, XXII
Automatische Generierung von Anwendungsvarianten	XIV
Kontextadaption	XV, XVI, XVII, XVIII
Mobile Device Management	XIX, XX, XXI, XXII
Mobile Application Stores	XIX, XX, XXI

[78] Die angegebenen Nummern sind im vorstehenden Text referenziert und können zudem Tabelle 11 und Tabelle 12 im Abschnitt 4.4 entnommen werden.

Die *Verwaltung von Anwendungsvarianten* (XXI) kann ebenfalls über Mobile Application Stores erfolgen. Dies stößt jedoch derzeit auf Grenzen, wenn nicht nur Anwendungen für verschiedene Betriebssystem-Versionen verwaltet werden müssen, sondern auch verschiedene Versionen für verschiedene Betriebssysteme. Die Geschlossenheit von Produkten wie Apples iOS, bei denen nur der Apple-eigene AppStore verwendet werden kann, erzeugt hier Grenzen.

Die *Gewährleistung der Endgerätesicherheit* (XXII) kann erneut über MDM-Systeme erzielt werden (vgl. auch Abschnitt 7.1). Auch Server-based Computing kann hier einen Beitrag leisten, wenn die Unternehmensdaten statt auf dem mobilen Endgerät, auf einem gesicherten Serversystem liegen.

7.3 Darstellung und Bewertung wesentlicher L°sungsansätze

Die vorab geschilderten Lösungsansätze weisen eine unterschiedlich hohe Komplexität auf. Deshalb werden in dieser Arbeit nur jene Ansätze inhaltlich tiefgehend betrachtet, die einen weitreichenden Lösungsbeitrag leisten und mehrere Herausforderungen adressieren. Im Nachfolgenden werden diese zentralen Lösungsansätze ausgewählt (Abschnitt 7.3.1), beschrieben und bewertet (Abschnitte 7.3.2.1 bis 7.3.2.4). Abschnitt 7.3.3 fasst die Ergebnisse zusammen.

7.3.1 Auswahl und Bewertungsschema

Durch Aggregation der Ergebnisse in Tabelle 22 und Tabelle 23 lassen sich vier Lösungsansätze identifizieren, die einen Lösungsbeitrag für mehrere Herausforderungen leisten: *Mobile Device Management*[79], *Mobile Application Stores*[80], *Kontextadaption*[81] sowie *Server-based Computing*[82]. Dabei beziehen sich zwei dieser Ansätze stärker auf die IT-Infrastruktur, die anderen beiden stärker auf die Softwareentwicklung, wie Abbildung 66 zeigt.

Im Nachfolgenden werden die Lösungsbeiträge der vier Konzepte für jedes der sieben Problemfelder aus Abschnitt 4.5 differenzierter erfasst, wobei das Bewertungsschema aus Tabelle 24 zum Einsatz kommt. Bei den infrastrukturorientierten Lösungsansätzen bestehen Implementierungen, die Unternehmen einsetzen können. Daher werden in den Ausführungen zum Mobile Device Management und zu Mobile Application Stores auch diese konkreten Implementierungen vorgestellt.

---

79 Herausforderungen I, II, IX, XI, XII, XIII, XIX, XX, XXI und XXII.
80 Herausforderungen I, II, XIX, XX und XXI.
81 Herausforderungen VI, VII, VIII, XV, XVI, XVII und XVIII.
82 Herausforderungen V, XI, XII, XIV, XX, XXI und XXII.

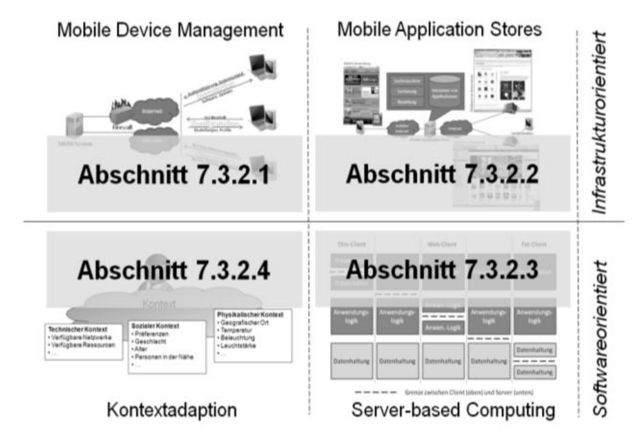


Abbildung 66: Klassifikation der zentralen Lösungsansätze

Tabelle 24: Bewertungsschema für zentrale Lösungsansätze[83]

Themenkomplex	Bewertung	Auswirkungen
Endgeräte-management	-- / - / 0 / + / ++	(sehr negativ / negativ / kein Einfluss / positiv / sehr positiv)
Netzwerkverbin-dung	-- / - / 0 / + / ++	(sehr negativ / negativ / kein Einfluss / positiv / sehr positiv)
Optimierung für spezielles Endgerät	-- / - / 0 / + / ++	(sehr negativ / negativ / kein Einfluss / positiv / sehr positiv)
Datensicherheit	-- / - / 0 / + / ++	(sehr negativ / negativ / kein Einfluss / positiv / sehr positiv)
Integration	-- / - / 0 / + / ++	(sehr negativ / negativ / kein Einfluss / positiv / sehr positiv)
Anwendungs-varianten	-- / - / 0 / + / ++	(sehr negativ / negativ / kein Einfluss / positiv / sehr positiv)
Software-deployment	-- / - / 0 / + / ++	(sehr negativ / negativ / kein Einfluss / positiv / sehr positiv)

[83] Aufgrund der Unterschiedlichkeit der zu bewertenden Konzepte ist nicht zu erwarten, dass ein Konzept positive Beiträge für alle Problemfelder bereitstellt. Dennoch ist die Gesamtbetrachtung sinnvoll, da Konzepte auch negative Auswirkungen in einzelnen Problemfeldern haben können.

7.3.2 Ausgewählte Lösungsansätze

7.3.2.1 Mobile Device Management

Der Begriff „Mobile Device Management" (MDM) wurde von der Softwareindustrie geprägt und bezeichnet Softwaresysteme und Verfahrensweisen zur Verwaltung und Wartung mobiler Endgeräte, wobei typischerweise Notebooks, Personal Digital Assistants (PDA) und Smartphones gemeint sind (vgl. Thompson 2011). Es ist eine spezialisierte Form des Device Managements (vgl. Hansmann et al. 2003, S. 341ff.). Thompson (2011) benennt sechs zentrale Aufgabengebiete von MDM-Software:

> Durch eine *Asset-Management-Komponente* kann der Gerätepool betrachtet und analysiert werden.
>
> Im *Software Management* kann die auf Endgeräten installierte Software aus der Ferne überwacht, aktualisiert und neue Software installiert werden.
>
> Die Konfiguration eines mobilen Endgeräts, beispielsweise in Bezug auf Mobilfunknutzung oder Firmennetzzugang, kann über ein *Konfigurationsmanagement* überprüft und geändert werden.
>
> Informationen über Speicherstatus, Akkumulatorleistung und Netzwerkinformationen liefert eine *Diagnostik-Komponente*. Auch automatische Benachrichtigungen bei zu erwartenden Problem können Teil dieser Komponente sein.
>
> Über eine *Backup- & Restore-Komponente* können die auf dem Endgerät gespeicherten Daten auf entfernte Systeme gesichert werden und das gesamte Endgerät kann in einen vordefinierten Ausgangszustand zurückversetzt werden.
>
> Über ein *Sicherheitsmanagement* können Geräte aus der Ferne gesperrt, die Daten gelöscht und Sicherheitsregeln wie Kennwortmindestlängen oder zeitbedingte Gerätesperren festgelegt werden.

Um solche Funktionalitäten realisieren zu können, bedarf es einer zentralen Verwaltungskomponente, dezentralen Softwarekomponenten auf den einzelnen Endgeräten und einer gesicherten Verbindung dazwischen. Einen typischen Aufbau zeigt Abbildung 67.

Die dezentrale Komponente stellt hierbei die größte Herausforderung des Gesamtkonzeptes dar, da diese speziell für einzelne Betriebssysteme angepasst werden muss und nur die vom Betriebssystem ermöglichten Funktionalitäten jeweils

zur Verfügung stehen (vgl. Horlait/Magedanz/Glitho 2003, S. 126). Den Reifegrad des Mobile Device Management zeigt unter anderem, dass es bereits einen offenen Industriestandard dafür gibt. Unter Führung der Open Mobile Alliance – einer Organisation von Produkt- und Dienstleistungsanbietern aus dem Mobilfunkbereich – wurde der Standard Open Mobile Alliance – Device Management (OMA-DM) entwickelt. Er beschreibt Funktionen und Schnittstellen für die Verwaltung von mobilen Endgeräten und die auf ihnen installierte Software (vgl. OMA 2011).

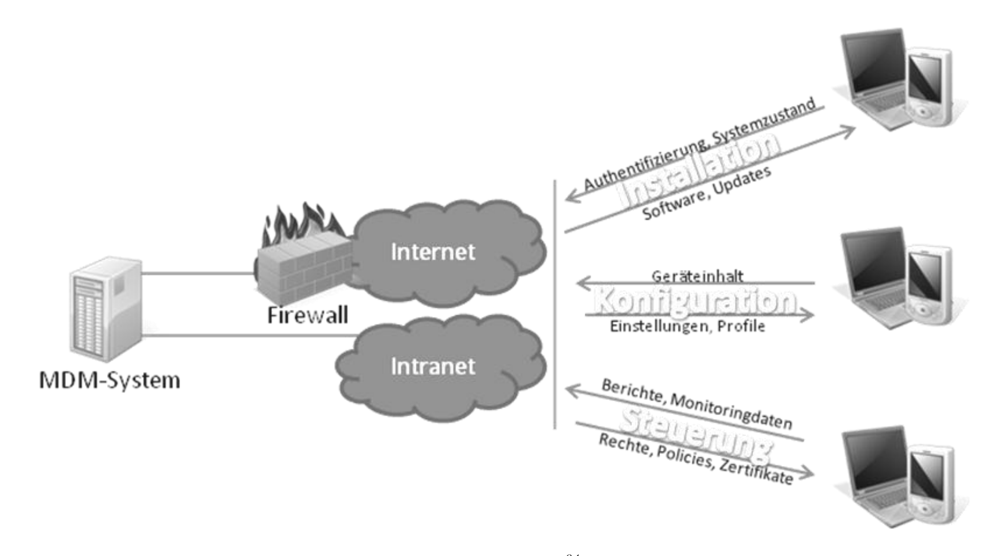


Abbildung 67: Schematischer Aufbau eines MDM-Systems[84]

MDM besteht nicht nur als theoretisches Konzept sondern wird bereits in Produktform umgesetzt. Am Markt verfügbare MDM-Software lässt sich in zwei Kategorien einteilen: Alleinstehende MDM-Lösungen und MDM-Funktionalitäten, die in andere Produkte integriert sind (vgl. Berlecon Research 2007). Produkte der ersten Kategorie zeigt Tabelle 25. Die vielfältigen verfügbaren MDM-Produkte zeigen, dass die Vorteile von MDM bereits von Unternehmen realisiert werden können – auch bei einer heterogenen Endgerätelandschaft im Unternehmen.

Zu den integrierten Lösungen gehört unter anderem (vgl. Berlecon Research 2007) *Microsoft ActiveSync*, welches Teil von Microsoft Exchange ist. Es synchronisiert Kontakte, Termine und Dokumente, kann aber auch Sicherheitsrichtlinien auf dem Endgerät erzwingen, die Gerätedatenlöschung auslösen oder die Kamera

---

84 Nach: ubitexx 2011. Hier wird in die Teilsysteme *Installation* (Software Management), *Konfiguration* (Asset Management, Configuration Management, Security Management) und *Steuerung* (Diagnostik, Backup & Restore, Security Management) unterschieden.

sperren – sofern das Endgerät dies zulässt (vgl. Apple 2009, S. 1). ActiveSync ist für Microsoft Windows-PCs und Microsoft Windows Mobile-Smartphones verfügbar, wird jedoch auch für Fremdhersteller wie Apple lizenziert. So sind auch Clientprogramme beispielsweise für Symbian OS, Palm OS oder als Java ME-Programm[85] verfügbar (vgl. Weber 2006).

Tabelle 25: Beispiele für Mobile Device Management-Lösungen

Hersteller	Produkt	Funktionsumfang/Beschreibung	Verwaltbare Endgeräte
Sybase	Afaria	Funktional vollständige MDM-Lösung, ergänzt um ein Antiviren-Programm, einen Dokumenten-Manager, eine Lizenzverwaltung und eine Fernsteuerungsfunktionalität für die Benutzerbetreuung aus der Ferne (vgl. Sybase 2011a).	Endgeräte mit Microsoft Windows-PC-Betriebssystem, Apple iOS, Google Android, Microsoft Windows CE/Pocket-PC/Mobile/Phone, Symbian OS, Palm OS ab Version 5 und RIM BlackBerry OS (vgl. Sybase 2011b).
ubitexx	ubi-Suite Mobile Device Management	Funktional vollständige MDM-Lösung unterteilt in die vier Bereiche Rollout, Wartung, Überwachung und Sicherheit. Software kann wahlweise im Unternehmen installiert oder als Software as a Service-Lösung auf Basis des Cloud Computing-Dienstes Windows Azure bezogen werden (ubitexx 2010).	Endgeräte mit den Betriebssystemen Microsoft Windows Mobile/Phone ab Mobile 5, Symbian OS ab Version 9, Google Android und RIM BlackBerry OS (vgl. ubitexx 2011).
Microsoft	Mobile Device Manager	Funktional vollständige MDM-Lösung; speichert die Daten in einem LDAP-basierten Verzeichnisdienst (vgl. Microsoft 2008). Anmeldung der Geräte im Microsoft Active Directory (AD), Verwaltung über Microsoft Management Console (MMC).	Endgeräte mit den mobilen Betriebssystemen von Microsoft, ab Windows Mobile Version 6.1 (vgl. Microsoft 2010).

85 Aufgrund der Limitationen von Programmen in dieser Laufzeitumgebung ist die Funktionalität jedoch stark eingeschränkt.

InnoPath	iMDM-Suite	Funktional vollständige MDM-Lösung aufbauend auf OMA-Standards. Ergänzende Workflow-Komponente, um die verschiedenen MDM-Funktionen zu Abläufen zusammenzufügen (vgl. InnoPath 2011). Client- und Server-Lösung sind streng getrennt, so dass auch Endgeräte mit anderen OMA-DM-kompatiblen MDM-Clients in die iMDM-Suite integriert werden können (vgl. InnoPath 2011a).	Endgeräte mit den Betriebssystemen Microsoft Windows Mobile/Phone, Symbian OS, Linux-Derivaten sowie der Anwendungsumgebung Binary Runtime Environment for Wireless (BREW, vgl. InnoPath 2011b).
Good Technology	Mobile Control	Sicherheitsregeln erzwingen, Geräte sperren oder löschen; keine vollständige MDM-Umsetzung (vgl. Good 2011; Good 2011a, S. 5ff.).	Endgeräte mit den Betriebssystemen Apple iOS, Google Android, Microsoft Windows Mobile/Phone, Symbian OS, Palm OS (vgl. Good 2011b).

Ebenso in diese Kategorie fällt der *RIM BlackBerry Enterprise Server*, der primär Pushmailfunktionalitäten bereitstellt (vgl. RIM 2011). Er kann jedoch auch Anwendungen distribuieren, Geräteeinstellungen erzwingen (vgl. RIM 2011a) und Daten verschlüsseln (vgl. RIM 2011b), ist jedoch nur für BlackBerries nutzbar.

Tabelle 26: Bewertung des Lösungsansatzes „Mobile Device Management“

Themenkomplex	Bewertung	Auswirkungen
Endgerätemanagement	++	Ermöglicht die zentrale Verwaltung unterschiedlicher Endgeräte und ihres Zustandes.
Datensicherheit	++	Ermöglicht unter anderem das Setzen von Richtlinien sowie das Sperren und Löschen von Endgeräten.
Softwaredeployment	++	Ermöglicht das Verteilen und Aktualisieren von Software an mobile Endgeräte – auch mit unterschiedlichen Betriebssystemen.

Mobile Device Management ist ein Lösungsansatz für Endgerätemanagement, Datensicherheit und Softwaredeployment – eine Detailbewertung des Ansatzes zeigt Tabelle 26.

7.3.2.2 Mobile Application Stores

Die Installation von Anwendungen geschieht auf stationären Endgeräten in der Regel mit Hilfe von physischen Datenträgern oder dem Download der Software aus dem Internet. Beides ist aufgrund der Spezifika von mobilen Endgeräten (vgl. Abschnitt 2.1.4.2; hier vor allem: Fehlende Laufwerke, geringere Datenübertragungskapazität, kompliziertere Eingaben) wenig komfortabel oder nicht möglich. Bei mobilen Endgeräten haben sich daher drei zentrale Distributionswege für mobile Anwendungen in der Vergangenheit etabliert (vgl. Caus/ Christmann/ Hagenhoff 2010, S. 243f.):

> *Download über den PC:* Die Anwendung wird stationär heruntergeladen und per Synchronisationssoftware (z. B. via USB-Kabel oder Bluetooth) auf das Endgerät übertragen.
>
> *Download über einen Bluetooth-Hotspot:* Durch das Senden einer Anfrage (z. B. durch das Ändern des Endgerätenamens oder das Übertragen einer Datei) an einen HotSpot wird die Anwendung per Bluetooth an das Endgerät gesendet (vgl. HaaseMartin 2008).
>
> *Download über eine Funkverbindung:* Die Anwendung wird im WWW ausgewählt, das Endgerätemodell spezifiziert und die Telefonnummer angegeben. Daraufhin sendet der Anbieter einen Download-Link an das Endgerät, welches die Software per Wireless Application Protocol (WAP, vgl. Meier/Stormer 2005, S. 196ff.) herunterlädt.

Der Download über den PC und über eine Funkverbindung erfolgt dabei häufig über ein Portal für mobile Anwendungen (vgl. Hansmann et al. 2003, S. 358ff.), welches durch Mobilfunkanbieter (z. B. *Vodafone live!*) oder Inhaltsanbieter (z. B. *jamba*) bereitgestellt wird (vgl. Ghezzi/Balocco/Rangone 2010, S. 35). Diese marktliche Situation änderte sich mit dem Auftreten des Apple iPhone, welchem eine eindeutige Plattformstrategie[86] zugrunde liegt und bei dem der Hersteller nicht nur Schnittstellen zur Entwicklung von Anwendungen zur Verfügung stellt, sondern auch die Distribution dieser kontrolliert (vgl. Gonçalves/Walravons/Ballon 2010, S. 66).

---

[86] Unter einer Plattform wird eine Technologie, ein Produkt oder ein Dienst verstanden, „dessen Wert durch die Bereitstellung komplementärer Technologien, Produkte und Dienste steigt“ (Höhne/Hess 2009, S. 33).

Dazu stellt Apple mit seinem Mobile Application Store „AppStore" einen Marktplatz für mobile Anwendungen (vgl. Amberg et al. 2010, S. 543f.) zur Verfügung. Im Konzept Apples stellt er den einzigen Weg dar, Anwendungen auf den Handhelds des Unternehmens (iPhone, iPad, iPod touch) zu installieren (vgl. Holzer/Ondrus 2009, S. 57). Entwickler müssen sich gebührenpflichtig registrieren, ihre Anwendungen werden einer Qualitäts- und Inhaltskontrolle unterzogen und Apple behält 30 % des Verkaufspreises einer Anwendung ein (vgl. Apple 2011; Ballon/Walravens 2008, S. 102ff.). Dafür übernimmt Apple die Abrechnung mit dem Kunden, die Auslieferung und stellt auch spätere Updates der Anwendungen im Marktplatz zur Verfügung.

Tabelle 27: Mobile Application Stores[87]

Betreiber	Betriebssystem	Marktplatz	Verfügbare Apps
Google	Android	Android Market	250.000
Nokia	Symbian OS	Ovi Store	83.500
Apple	iOS	AppStore	425.000
Research in Motion (RIM)	BlackBerry OS	AppWorld	37.100
Microsoft	Windows Phone	Windows Phone Marketplace	27.000

Der Zugriff auf den Apple AppStore erfolgt über eine mobile Anwendung, die mit Apple iOS ausgeliefert wird oder über die Anwendung Apple iTunes auf stationären PCs. Die Marktplatz-Anwendungen gleichen dabei regelmäßig die Versionsstände der installierten Anwendungen mit dem AppStore ab und bieten Updates an.

Das Geschäftsmodell ist im Privatkundenbereich erfolgreich gewesen (vgl. Laugesen/Yuan 2010, S. 92), weil es die Anwendungsdistribution deutlich erleichtert hat, für Anwendungsentwickler eine breite Kundenbasis und einfache Abrechnungsmöglichkeiten zur Verfügung stellt und damit insgesamt eine hohe Anwendungsvielfalt für Kunden erzeugt (vgl. Ghezzi/Balocco/Rangone 2010,

[87] Die Auswahl und Reihenfolge der AppStores folgt den Marktanteilen der zugehörigen Betriebssysteme im Q4/2010 (vgl. Canalys 2011). Über die genannten MAS hinaus existieren weitere AppStores von Betriebssystemherstellern wie der App Catalog von Palm/HP für HP webOS oder Drittanbieter-MAS wie der Amazon Appstore für Google Android. Die Anzahl der verfügbaren Apps bezieht sich auf Juni/Juli 2011 (vgl. Rey 2011, Distimo 2011, Slivka 2011, Distimo 2011a, WPA 2011).

S. 36f.). Gleichzeitig entsteht für den Kunden durch die Qualitätskontrolle Sicherheit: Er ist weitestgehend vor Schadsoftware geschützt und kann sich sicher sein, dass die ihm angebotenen Anwendungen auch zu seinem Endgerät kompatibel sind. Der Erfolg des Apple AppStores führte zur Einführung weiterer Marktplätze für mobile Endgeräte, wie Tabelle 27 zeigt. Mobile Application Stores werden in der wissenschaftlichen Literatur mittlerweile als neues Distributionsparadigma gesehen (vgl. Ghezzi/Balocco/Rangone 2010, S. 33). Den grundsätzlichen Aufbau eines solchen Systems zeigt Abbildung 68.

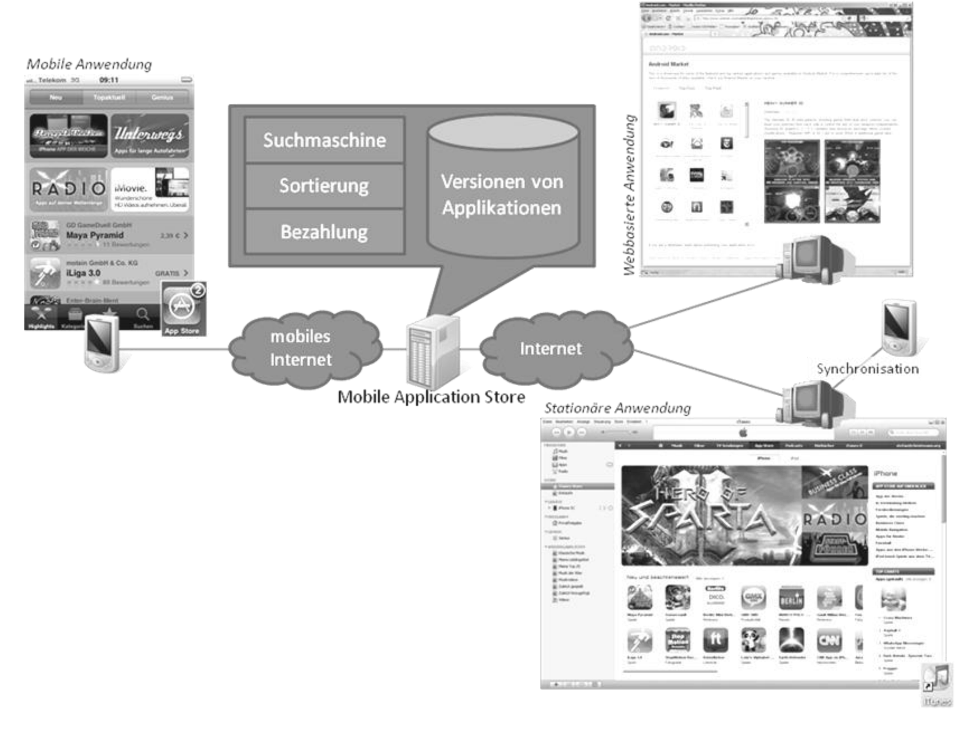


Abbildung 68: Aufbau und Zugriffsmöglichkeiten bei einem Mobile Application Store

Hierbei stehen in einem zentralen System die verschiedenen Versionen von Anwendungen bereit und Such-, Sortierungs- und Bezahlfunktionalitäten werden zur Verfügung gestellt. Möglich ist der Zugriff in der Regel über eine mobile Anwendung auf dem Endgerät selbst (z. B. Apple AppStore, Microsoft Windows Mobile Marketplace), eine Software auf stationären PCs (z. B. Apple iTunes), die in der Regel auch die Synchronisation mit dem Endgerät übernimmt oder eine webbasierte Anwendung (z. B. Google Android Market), die dann jedoch nur der Information über neue Anwendungen dient.

Das Prinzip des Mobile Application Store entstammt dem Privatkundenbereich, in den entsprechenden Marktplätzen finden sich jedoch auch diverse busi-

nesstaugliche Anwendungen. Zudem kann das Distributionsparadigma auch in Unternehmen eingesetzt werden: Ein Unternehmen könnte einen eigenen Marktplatz mit allen firmenintern verfügbaren Anwendungen aufsetzen und ein entsprechendes Marktplatzprogramm auf dem mobilen Endgerät vorinstallieren. Dafür existieren am Markt mehrere so genannte Enterprise Mobile Application Stores wie z. B. der „Enterprise App Store“ von Zenprise (vgl. Zenprise 2011), die „Enterprise App Storefront“ von MobileIron (vgl. MobileIron 2011) oder das „App Center“ von Nukona (vgl. Nukona 2011). Der Einsatz eines unternehmenseigenen Mobile Application Stores scheitert jedoch dann, wenn bei einem Betriebssystem – wie z. B. Apple iOS die Installation von Anwendungen nur auf einem zentralen Weg möglich ist[88]. Eine solche Monopolstellung könnte jedoch zumindest in Europa unzulässig sein, weshalb die Bindung eines Endgeräts an einen Mobile Application Store auf Initiative der Europäischen Union untersucht wird (vgl. Grannemann 2010). MAS sind ein Lösungsansatz für Endgerätemanagement und Softwaredeployment – eine Detailbewertung des Ansatzes zeigt Tabelle 28. Das Konzept wird bereits praktisch genutzt, jedoch bestehen keine MAS, die verschiedene Betriebssysteme unterstützen, weshalb das Konzept in Unternehmen ggf. nur durch den Betrieb mehrerer Store-Systeme realisiert werden kann.

Tabelle 28: Bewertung des Lösungsansatzes „Mobile Application Stores“

Themenkomplex	Bewertung	Auswirkungen
Endgerätemanagement	++	Die Endgeräte melden sich und ihren Softwarezustand regelmäßig an den MAS zurück, weshalb eine Endgeräteverwaltung möglich ist.
Datensicherheit	+	Über MAS könnten Sicherheitsrichtlinien gesetzt und Endgeräte gesperrt werden. Dies ist jedoch nicht Teil des Kernkonzepts.
Softwaredeployment	++	Die Verteilung und Aktualisierung von Software auf mobilen Endgeräten ist Kernaufgabe von MAS.

[88] Neben der Verwendung des AppStores erlaubt Apple nur für zwei Zielgruppen spezielle Distributionswege: Anwendungsentwickler können ihre Anwendungen per Mail an Tester verschicken (vgl. Apple 2011b), Unternehmen können Anwendungen auf ihren Webservern bereitstellen und eine URL zur Installation an Mitarbeiter verschicken (vgl. Apple 2011c).

7.3.2.3 Server-based Computing

In unternehmensinternen IT-Infrastrukturen zeigt sich bereits seit geraumer Zeit ein deutlicher Trend zur Zentralisierung von IT-Ressourcen. Anwendungen werden auf eine diskrete Anzahl von Servern installiert, auf die Anwender mit leistungsreduzierten Endgeräten zugreifen (vgl. Lampe 2010, S. 93; Nieh/Yang 2000, S. 55). Im Idealfall sendet die Client-Seite in diesem Fall nur die Eingaben und die Server-Seite überträgt die Ausgaben an das Client-Endgerät. Dies geschieht vor allem, um Kosteneinsparungen bei der Hard- und Softwarewartung zu realisieren, das Management der IT-Infrastruktur zu vereinfachen und die Sicherheit zu erhöhen (vgl. BITKOM 2009, S. 3). Für diese Strategie haben sich vielfältige Bezeichnungen wie „Server-based Computing“, „Thin Client Computing“ oder „Virtualisierter Desktop“ entwickelt. Verstärkt wird dieser Trend zudem durch eine vermehrte Umsetzung von Applikationen als webbasierte Anwendungen, sowohl im Geschäfts- (z. B. salesforce CRM) als auch Privatkundenbereich (z. B. Google Text und Tabellen).

Dieser Trend ist dabei grundsätzlich widersprüchlich zur bisherigen Entwicklung: Beginnend mit Mainframe-Rechnern und einer maximalen Zentralisierung entwickelten sich Softwaresysteme zu Einzelplatzsystemen weiter. Im Zeitalter des Ubiquitous Computing (vgl. Fahrmair 2005, S. 5; Weiser 1993, S. 71) hingegen arbeitet ein Mensch mit vielen verteilten, dezentralen Rechnern (vgl. Abbildung 69; Weiser/Brown 1997, S. 1f.). Es kommt also zu einer Dezentralisierung der Nutzung, aber durch Entwicklungen wie das Server-based Computing oder die Desktop-Virtualisierung zu einer Zentralisierung von Daten und Programmen. Dieser Trend ist auch im mobilen Internet zu beobachten (vgl. Gerpott/Thomas 2002, S. 46).

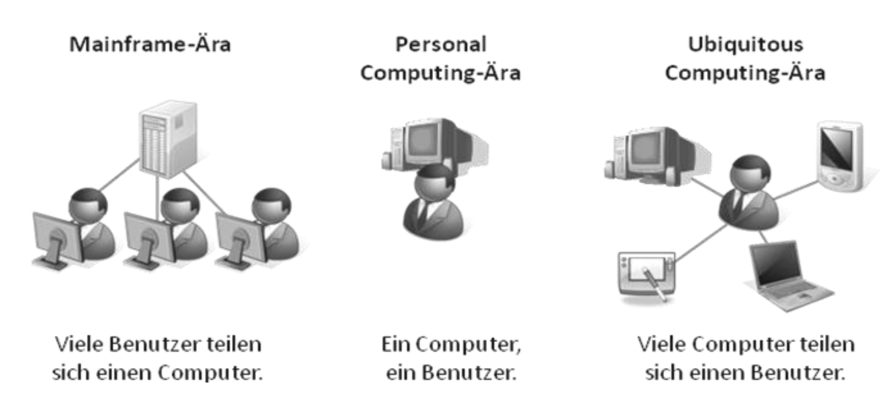


Abbildung 69: Bedeutende Trends der elektronischen Datenverarbeitung[89]

[89] Vgl. Weiser/Brown 1997, S. 1f.

Die Verlagerung der Datenspeicherung und -verarbeitung geschieht durch eine Veränderung der Anwendungsarchitektur: Anwendungen sind idealerweise in Schichten („Layer“) aufgeteilt, die unterschiedliche Aufgaben wahrnehmen. Typischerweise sind dies die Präsentationsschicht (Anzeige), Anwendungsschicht (Verarbeitung) und Persistenzschicht (Speicherung; vgl. Dunkel/Holitschke 2003, S. 17f.). Diese können auf vielfältige Art auf Client und Server verteilt werden, vom Thin Client (nur Teile der Präsentationsschicht auf dem Client) bis zum Fat Client (nur Teile der Datenspeicherung auf dem Client; vgl. Abbildung 70).

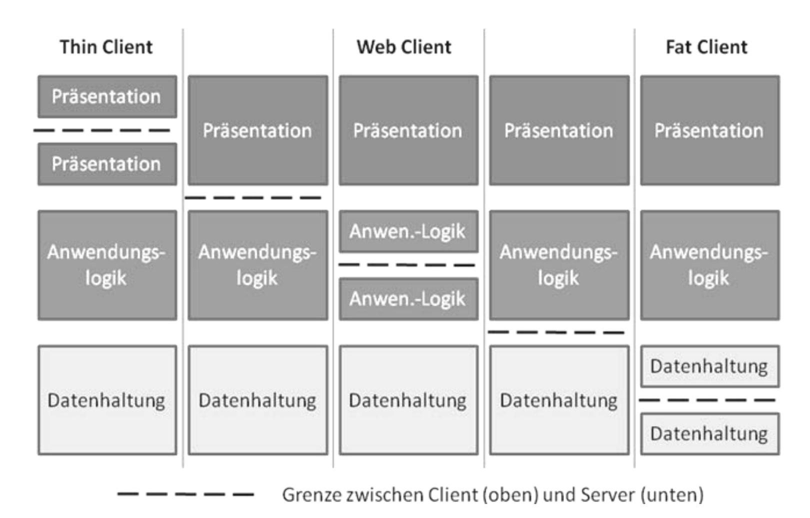


Abbildung 70: Komponentenverteilung zwischen Client und Server[90]

Die Endpunkte markieren zwei Softwaremonolithen (vgl. Vogel et al. 2009, S. 216f; Fink 2010): Befinden sich alle Schichten auf dem Server, so handelt es sich um eine vollautomatisierte Anwendung die keine Benutzereingaben erfordert. Befinden sich alle Schichten auf dem Client, so handelt es sich um eine Fat Client-Anwendung, die keine externen Daten benötigt.

Auf Clientseite kann bei einem Thin Client eine minimalisierte Anwendung zum Einsatz kommen, es existieren jedoch ebenfalls spezialisierte Produkte für diese Anwendungsarchitektur. Kommerzielle Thin Client-Produkte (z. B. Microsoft *Terminal Server*, *Sun Ray*, *Citrix MetaFrame*) stellen in der Regel auch Client-Anwendungen für mobile Endgeräte zur Verfügung (vgl. Yang et al. 2003, S. 68). Es existieren ebenfalls Open-Source-Produkte (z. B *Virtual Network Computing*, VNC), die in der Regel jedoch weniger leistungsstark und funktionsreich sind als entsprechende kommerzielle Produkte (vgl. Shizuki/Nakasu/Tanaka 2002, S. 74ff.). Auch *traditionelle Webanwendungen*, die ausschließlich mit (X)HTML und CSS arbeiten, sind als Thin Client-Anwendungen zu sehen (vgl. Leff/Rayfield

[90] Nach: Fink 2010.

2001, S. 119). Hier übernehmen Webbrowser auf Client- und Webserver (z. B. Apache Webserver, Apache Tomcat, JBoss, Microsoft Internet Information Services) auf Serverseite exakt die gleichen Funktionen wie spezialisierte Produkte.

Aufgrund der Abstraktionsschicht (Middleware), die die entsprechenden kommerziellen und Open Source-Produkte darstellen, kann auf Serverseite jegliche Technologie zum Implementieren der tatsächlichen Anwendung verwendet werden. Bei Webanwendungen kommen typische Applikationsserver (z. B. jene zu den Sprachen PHP, Java oder Ruby [Ruby-on-Rails, ROR]) zum Einsatz (vgl. Lerdorf 2000, S. 5ff; Stein 1997, S. 645; Marinschek/Radinger 2006, S. 2ff.).

Tabelle 29: Bewertung des Lösungsansatzes „Server-based Computing"

Themenkomplex	Bewertung	Auswirkungen
Netzwerk-verbindung	-/0	Die veränderte Softwarearchitektur verschärft die Abhängigkeit von der Netzwerkverbindung, was jedoch durch eine entsprechende Programmierung gelöst werden kann.
Optimierung für spezielles Endgerät und seinen Kontext	++	Die Eigenschaften des Endgerätes können erkannt und die Anwendung optimiert werden. Zudem werden weniger Ressourcen auf dem Endgerät benötigt, was der typischerweise geringeren Leistung im Vergleich zu stationären Endgeräten entspricht.
Datensicherheit	+	Die Daten bleiben weitestgehend auf einem einfacher zu sichernden Server. Es ergibt sich ein positiver Effekt, sofern die Datenverbindung abgesichert ist.
Integration	+	Die in Geschäftsprozesse einzubindende Komponente wird stationär, wodurch sich ein Vorteil ergibt.
Anwendungs-varianten	++	Die Erzeugung von Anwendungsvarianten wird überflüssig.
Software-deployment	++	Anwendungen müssen nicht installiert oder aktualisiert werden.

Die darunter liegende Infrastruktur kann jeweils ein einfacher Server sein, es können jedoch auch Verfahren wie das Grid Computing, bei dem Ressourcen aus einem Rechnercluster stammen (vgl. Berman/Fox/Hey 2003, S. 9ff.; Dunkel et al. 2008, S. 161ff.) oder das artverwandte Cloud Computing, welches Anwendungen,

Infrastruktur oder Ressourcen zentral als Dienstleistung bereitstellt (vgl. Mufajjul 2009, S. 1; Foster et al. 2008, S. 1), genutzt werden. Eng verwandt sind damit auch das Betreiben einer Anwendung *bei* („Application Hosting"; vgl. Stahlknecht/Hasenkamp 2004, S. 452) oder *durch* („Application Service Provider", ASP, vgl. Stahlknecht/Hasenkamp 2004, S. 452f.; „Software as a Service", SaaS, vgl. Buxmann/Hess/Lehmann 2008, S. 6ff.) einen Dienstleister.

Im mobilen Internet ist das Prinzip des Server-based Computing aufgrund der eingeschränkten Endgeräteressourcen interessant. So können nicht beliebig viele Daten auf Handhelds gespeichert werden und die Datenverarbeitung ist durch die verfügbare Prozessorleistung, im Vergleich zu stationären PCs reduziertem Arbeitsspeicher und begrenzter Akkumulatorleistung limitiert. Es entfällt zudem ein Datenabgleich zwischen Endgerät und stationärer Infrastruktur, da die Daten zentral gehalten werden. Gleichzeitig sind dezentrale Daten eher diebstahlgefährdet als zentralisierte Daten. Server-based Computing ist ein Lösungsansatz primär für die Optimierung von Anwendungen, die Datensicherheit, Anwendungsvarianten und Softwaredeployment – eine Detailbewertung des Ansatzes zeigt Tabelle 29.

7.3.2.4 Kontextadaption

Die Möglichkeit, den Kontext eines Endgeräts zu erfassen, ist ein Spezifikum mobiler Endgeräte (vgl. Abschnitt 3.1; vgl. Zheng/Ni 2006, S. 19). Sie wird auch als Kontextsensitivität bezeichnet. Kontext wird dabei definiert als „any information, that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and applications themselves" (Dey/Abowd 2000, S. 304). Aufgrund der weitreichenden Definition existieren verschiedene Klassifizierungen für Kontext-Elemente (vgl. Jana/Chen 2004, S. 300f.). Typischerweise enthalten sie drei zentrale Teilbereiche:

> *Technischer Kontext:* Die zur Verfügung stehenden technischen Ressourcen (z. B. Geräte, Netzwerkverbindungen) sowie die Kosten ihrer Nutzung.
>
> *Sozialer Kontext:* Der Ort an dem sich ein Benutzer befindet, die Anwesenheit anderer Personen (vgl. Samulowitz 2002, S. 31) und die persönlichen Eigenschaften und Präferenzen des Nutzers.
>
> *Physischer Kontext:* Informationen über die Beleuchtung, Temperatur und Lautstärke (vgl. Brown/Bovey/Chen 1997) in der Umgebung, aber auch die aktuelle Uhrzeit.

Handhelds können solche Informationen von Sensoren (z. B. GPS-Empfänger, Accelerometer), Netzwerken (z. B. GSM, WLAN), Bauteilen (z. B. Akkumulator,

Speicher), Benutzerprofilen (z. B. Details über den Eigentümer und Personen in der Umgebung) und anderen Quellen auswerten und zur Optimierung von Anwendungen nutzen (vgl. Korpipää et al. 2003, S. 42). Für dieses Vorgehen existieren zwei Gründe:

> Durch die Nutzung von Kontextinformationen zur Anpassung einer Anwendung, ihres Verhaltens und der von ihr dargestellten Informationen und abgefragten Angaben kann die *Nutzerzufriedenheit* erhöht werden (vgl. Capra/Emmerich/Mascolo 2003, S. 929).

> Die Nutzer mobiler Endgeräte wollen in der Regel auf Informationen zugreifen oder Dienste nutzen, die einen *Bezug* zu ihrem gegenwärtigen Ort, ihrer jeweiligen Umgebung oder zur aktuellen Uhrzeit haben (vgl. Korpipää et al. 2003, S. 42).

Anwendungen, welche den Kontext des Nutzers erfassen, werden als Kontextbewusst bezeichnet. Kontextadaption ist darauf aufbauend definiert als „*eine explizite Anpassung des beobachtbaren Verhaltens oder des inneren Zustandes eines Systems an seinen Kontext*“ (Fahrmair 2005, S. 265).

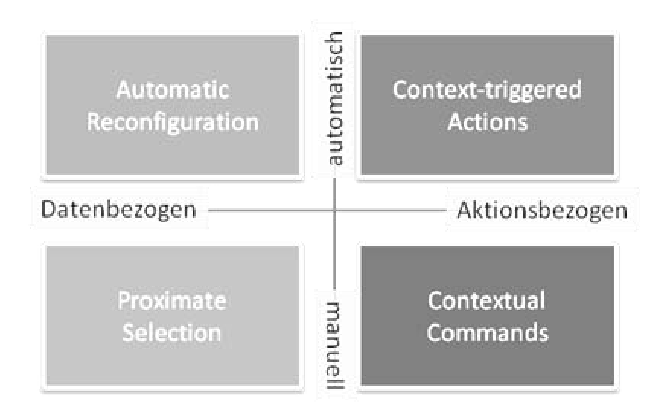


Abbildung 71: Klassifizierung von Kontextadaptionsverfahren

Schilit (1995) unterteilt kontextadaptive Vorgehensweisen innerhalb von Anwendungen anhand ihres Automatisierungsgrads und ihres Bezug (kontextbezogener Umgang mit Daten oder kontextbezogener Umgang mit Aktion innerhalb einer Anwendung) in vier Kategorien (vgl. Abbildung 71):

> *Proximate Selection* bezeichnet hierbei, dass Daten auf Anforderung des Benutzers je nach Kontext aufbereitet werden. Eine Liste von nutzbaren

Geräten zeigt auf Anfrage beispielsweise nur jene in der direkten Umgebung.

Automatic Reconfiguration erweitert die Proximate Selection in dem eine entsprechende Anpassung automatisch geschieht.

Contextual Commands bedeutet, dass der Nutzer entsprechend seinem aktuellen Kontext ausführbare Handlungen angeboten bekommt, die er selektieren kann.

Context-triggered Actions sorgt für eine automatische Ausführung von Handlungen entsprechend dem aktuellen Kontext.

Zwei wichtige Unterbereiche der Kontextadaption sind die Anpassung an den geographischen Ort des Benutzers (Lokalisierung) und an den Benutzer selbst (Personalisierung). Für die Lokalisierung muss zunächst der Aufenthaltsort des Nutzers durch Satelliten-basierte (z. B. GPS, GLONASS, Galileo), Funkzellen-basierte (z. B. GSM- oder WLAN-Triangulation) oder Indoor-optimierte (z. B. Bluetooth-Baken, QR-Codes) Lokalisierungssysteme ermittelt werden (vgl. Küpper 2005, S. 128f.). Anschließend kann dieser z. B. als Index, Abfrageparamater oder Attribut in Anwendungen genutzt werden (vgl. Reichenbacher 2009, S. 34).
Personalisierung ist definiert als „*eine Anpassung an individuelle Eigenschaften, wie etwa Bedürfnisse, Präferenzen, Aversionen, Fähigkeiten oder Vorwissen*" (Mertens/Stößlein/Zeller 2004, S. 3) des Nutzers. Sie ist insbesondere dann sehr nützlich, wenn eine Menge an Informationen auf die Teilmenge reduziert wird, die für einen Nutzer relevant ist.

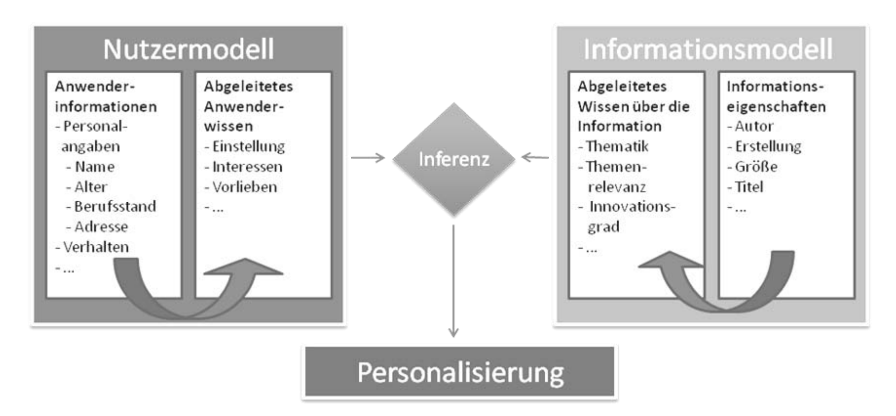


Abbildung 72: Personalisierungs-Regel-System[91]

[91] Nach: Kaspar/Hagenhoff 2003a, S. 27.

Ein Anwendungsbereich ist hier das Online-Shopping, in dem Händler ihren Absatz steigern, in dem sie Kunden gezielt auf für ihn interessante Angebote hinweisen. Sinnvoll ist dies jedoch auch im mobilen Internet, um den Einschränkungen reduzierter Ein- und Ausgabemöglichkeiten zu begegnen.

Notwendig für Personalisierung sind die Eigenschaften der einzelnen Informationselemente sowie die Eigenschaften des Nutzers („Benutzerprofil", vgl. Schubert 2000, S. 37). Letztere lassen sich entweder direkt vom Kunden (reaktives Verfahren) oder indirekt (nicht-reaktives Verfahren) erheben: aus bisherigen Transaktionen (historisch) oder entsprechend dem aktuellen Kontext (situativ, vgl. Schubert/Leimstoll 2002, S. 2). Aus den beiden Eigenschaftengruppen kann dann Wissen abgeleitet werden. Ein Inferenzmechanismus (vgl. Kaspar/Hagenhoff 2003a, S. 27) erzeugt anschließend mithilfe dieses Wissens ein angepasstes Informationsangebot für den Nutzer (vgl. Abbildung 72).

Mit den Verfahren der Kontextadaption lassen sich Anwendungen im mobilen Internet besser nutzbar machen. Dies geschieht durch eine Verringerung der notwendigen Eingaben, gleichzeitig werden die dem Nutzer präsentierten Informationen an seine Bedürfnisse adaptiert und das Endgerät verhält sich passend zur aktuellen Situation. Kontextadaption ist ein Lösungsansatz für die Optimierung von Anwendungen und den Umgang mit einer wechselnden Netzwerkverbindung – eine Detailbewertung des Ansatzes zeigt Tabelle 30.

Tabelle 30: Bewertung des Lösungsansatzes „Kontextadaption"

Themenkomplex	Bewertung	Auswirkungen
Netzwerkverbindung	+	Das Anwendungsverhalten wird an die aktuell verfügbare Netzwerkverbindung angepasst.
Optimierung für spezielles Endgerät und seinen Kontext	++	Die Anwendung kann optimal an den technischen, physikalischen und sozialen Kontext des Endgeräts angepasst werden.

7.3.3 Zusammenfassung und Vergleich

Die Zusammenfassung der Lösungsbeiträge der vorgeschilderten zentralen Lösungsansätze in Tabelle 31 zeigt, dass für jeden Bereich Potenzial zur Lösung von Herausforderungen vorliegt. Es kann auch eine hohe Ähnlichkeit von Mobile Device Management und Mobile Application Stores erkannt werden.

Die weitreichendste Vorgehensweise, mit Server-based Computing die komplette Architektur von Anwendungen zu ändern, erzeugt die meisten Lösungsbeiträge. Daher wird diese in Kapitel 8 detailliert betrachtet. Für Unternehmen sind jedoch alle Ansätze relevant und eine Kombination von Server-based Computing

und Kontextadaption mit wahlweise einem Mobile Device Management-System oder einem Mobile Application Store erscheint ratsam.

Tabelle 31: Zusammenfassung der Beiträge zentrale Lösungsansätze

	Mobile Device Management	*Mobile Application Stores*	*Server-based Computing*	*Kontextadaption*
Endgerätemanagement	++	++	0	0
Netzwerkverbindung	0	0	-/0	+
Optimierung für spezielles Endgerät	0	0	++	++
Datensicherheit	++	+	+	0
Integration	0	0	+	0
Anwendungsvarianten	0	0	++	0
Softwaredeployment	++	++	++	0

8 Webbasierte Anwendungen als Form des Server-based Computings

Im vorhergehenden Kapitel wurde der Lösungsansatz, mobile Anwendungen in Form von Server-based Computing zu realisieren, für eine intensivere Betrachtung ausgewählt (vgl. Abschnitt 7.3.3). Dieses Vorgehen bedeutet, die Softwarearchitektur zu verändern und weite Teile der Anwendung von der Client-Seite auf einen Server zu verlagern. Daher wird in den nachfolgenden Kapiteln zunächst auf die Architektur von Anwendungen im Allgemeinen (Abschnitt 8.1) eingegangen und danach werden die zentralen Architekturentscheidungen im Bereich mobiler Endgeräte evaluiert (Abschnitt 8.2). Eine besondere Rolle spielt hierbei die Verteilung von Softwareschichten (Lastverteilung), wobei im Verlauf der Ausführungen festgestellt wird, dass mobile Anwendungen in vielen Fällen sinnvoll auf Basis von Webtechnologien umgesetzt werden können (Abschnitt 8.2.4). Der Webbrowser dient in diesem Fall als Laufzeitumgebung auf dem Endgerät. Für dieses Vorgehen werden im Anschluss der Lösungsbeitrag (Abschnitt 8.3) und Herausforderungen identifiziert (Abschnitt 8.4), sowie beispielhafte Implementierungen geschildert (Abschnitt 8.5).

8.1 Softwarearchitekturen

Unter Architektur versteht man im Allgemeinen die Baukunst, also das Entwerfen und plangemäße Realisieren von Bauwerken (vgl. Duden 2007). Ideen und Vorgehensweisen der Baukunst fanden mehrfach bereits Eingang in die Strukturierung von Anwendungssystemen. Ein „bewusstes Architektur-Denken in der Software-Entwicklung" (Vogel et al. 2009, S. 1) ist seit den 1960er Jahren festzustellen (vgl. Shaw/Garlan 1996, S. 19ff.). Ebenso entspringen die in der Software-Entwicklung häufig verwendeten Entwurfsmuster[92] ebenfalls der Konzeptionswerkzeuge der Architektur von Bauwerken (vgl. Gamma et al. 1994, S. 355f.).

Abstrahiert gesehen soll Architektur „die grundlegende Struktur eines Systems mit seinen Elementen, den Beziehungen zwischen diesen Elementen sowie den Beziehungen des Systems zur Umwelt" (ISO 2000) beschreiben. Eine Softwarearchitektur ist dabei definiert als „*eine strukturierte oder hierarchische Anordnung der Systemkomponenten sowie der Beschreibung ihrer Beziehungen*" (Balzert 2001, S. 716). Architektur meint dabei nicht die Arbeit auf der Ebene detaillierter Strukturen, sondern das Denken in Systemen und Komponenten. Architektur macht Systeme verständlich und überschaubar, sie reduziert Komplexität (vgl. Vogel et al. 2009, S. 10). Zu differenzieren ist zwischen Softwarearchitektur und Informationssystemarchitektur (auch verkürzt: Systemarchitektur); letztere beschäftigt sich auf einer höheren Ebene mit Geschäftsstrategien, Prozessen, Infrastruktur, sowie Softwarearchitekturen, Daten und Kommunikation (vgl. Krcmar 1990, S. 399). Softwarearchitektur kann also auch als Teilmenge von Informationssystemarchitektur gesehen werden.

Software wird in der Regel von mehreren Programmierern entwickelt und über einen längeren Zeitraum gewartet. Sie sollte dabei planvoll gestaltet werden, um eine einfache Einarbeitung in den Quellcode, eine leichte Erweiterbarkeit und eine gute Wartung zu ermöglichen. Darüber hinaus ermöglicht eine gut gewählte Softwarearchitektur die Reduktion von Last auf leistungsarmen Geräten, die Erzielung schnellerer Zugriffszeiten und die Wiederverwendbarkeit von Komponenten (vgl. Dunkel et al. 2008, S. 9ff). Dennoch ist Aufwand für eine planvolle Architektur vor Kunden schwer zu rechtfertigen, da das Verständnis von Architektur bei Software nur schwer zu vermitteln ist. Dies liegt vor allem daran, dass sich Architektur nicht scharf definieren lässt (vgl. Vogel et al. 2009, S. 8f).

8.1.1 Basisarchitekturen

Unter Basisarchitekturen werden grundsätzliche Strukturierungsprinzipien für Software verstanden (vgl. Vogel et al. 2009, S. 216). Sie beschreiben damit den Aufbau auf abstraktem Niveau ohne detaillierte Implementierungsvorgaben be-

---

[92] Entwurfsmuster sind aus Erfahrungen abgeleitete Schablonen für die Strukturierung von Softwaresystemen (vgl. Gamma et al. 1994, S. 2) und stellen damit bewährte Architekturprinzipen dar.

reitzustellen. Eine grundsätzliche Entscheidung beim Entwurf ist, ob die Anwendung aus einer einzigen Komponente besteht und singulär genutzt werden kann (Monolith/Zentralistisches System, vgl. Vogel et al. 2009, S. 216f) oder ob sie in mehrere Komponenten zerlegt wird und ggf. auf mehreren verschiedenen Computern ausgeführt wird. Den Unterschied zwischen beiden Varianten zeigt Abbildung 73.

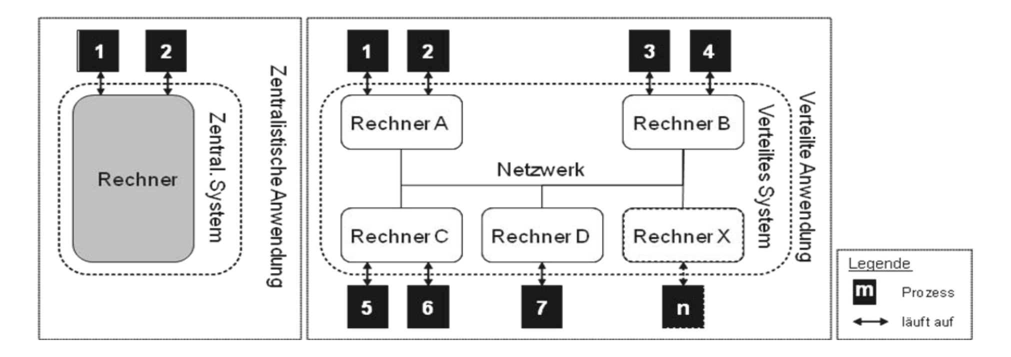


Abbildung 73: Vergleich von zentralistischen und verteilten Systemen[93]

Besteht die Anwendung aus mehreren Komponenten, die auf verschiedenen Rechnern ablaufen, so spricht man von einer verteilten Anwendung, die wie folgt definiert ist: „Ein verteiltes System ist ein informationsverarbeitendes System, das eine Vielzahl von eigenständigen Rechnern enthält, die über ein Kommunikationsnetzwerk miteinander kooperieren, um ein angestrebtes Ziel zu erreichen" (Bapat 1994, S. 700).

Grundsätzliche Basisarchitekturen zeigt Tabelle 32. Bei verteilten Anwendungssystemen ist zudem angegeben, welchen Fokus die Basisarchitektur hat. Dies kann die Verteilung der Software auf mehrere Computer (z. B. Multi-Tier) sein, die Basisarchitektur kann jedoch auch gezielt Vorgaben für die Interaktion von Komponenten bereitstellen (z. B. Service-orientierte Architektur) oder primär die Auslagerung von Software und benötigten Ressourcen im Fokus haben (z. B. Cloud Computing). Die Basisarchitekturen stehen zudem auch in Abhängigkeiten zueinander; so ist die Multi-Tier-Architektur eine Weiterentwicklung des Client/Server-Prinzips und Grid Computing wird häufig auf Basis von Peer-to-Peer-Architekturen entwickelt.

93 Diekmann/Hagenhoff 2003, S. 4.

Tabelle 32: Basisarchitekturen für Anwendungssysteme[94]

Bezeichnung	Fokus	Beschreibung
Monolith		Die Anwendung besteht aus einer einzigen Komponente. Sie kann singulär und zumeist ohne Netzwerkverbindung verwendet werden (vgl. Vogel et al. 2009, S. 216f; Fink 2010).
Client/Server	Verteilung	Das Anwendungssystem ist auf mindestens zwei Computer verteilt. Dienstnutzende Computer (Clients) nutzen Informationen und Funktionen von dienstanbietenden Computern (Server, vgl. Lee/Schneider/Schell 2004, S. 23; Fettke 2010; Tanenbaum 2009, S. 104f.).
Peer-to-Peer (P2P)	Verteilung	Gleichberechtigte Computer stellen sich im direkten Austausch Ressourcen zur Verfügung (vgl. Seidenfaden 2007, S. 166ff; Schoder 2002).
Multi-Tier	Verteilung	Eine Erweiterung des Client/Server-Modells bei dem die Serverkomponente auf mehrere Computer verteilt ist (vgl. Dunkel et al. 2008, S. 41ff).
Web	Verteilung	Eine spezielle Ausprägung des Client/Server-Modells mit einem Webbrowser als Client und i. d. R. mehreren Webservern auf der Serverseite. Die Kommunikation erfolgt über HTTP/HTTPS (vgl. Fink 2010a; Dunkel et al. 2008, S. 185ff).
Service-Oriented Architecture (SOA)	Interaktion	Die Komponenten eines Anwendungssystems werden entkoppelt. Funktionen stehen als Services zur Verfügung und können über ein Dienstverzeichnis gefunden und anschließend genutzt werden (vgl. Melzer 2009, S. 9ff; Dunkel et al. 2008, S. 89ff).
Event-Driven Architecture (EDA)	Interaktion	Eine Ergänzung zum SOA-Ansatz, bei der Funktionen aufgrund von Ereignissen ausgelöst werden (vgl. Dustdar/Gall/Hauswirth 2003, S. 240ff; Dunkel et al. 2008, S. 119ff).
Grid Computing	Auslagerung	Ressourcen, die geographisch verteilt sind, werden über Rechnernetze zusammengeschlossen und in einheitlicher Form nutzbar gemacht. Die Benennung erfolgt in Analogie zum Stromnetz (vgl. Berman/Fox/Hey 2003, S. 9ff; Dunkel et al. 2008, S. 161ff).
Cloud Computing	Auslagerung	Bezug von Infrastruktur- und Softwareleistungen von einem Anbieter über das Internet (vgl. Hayes 2008, S. 9ff; Weiss 2007, S. 16ff), zumeist unter Verwendung von Virtualisierung.

94 Zur Auswahl siehe Dunkel et al. 2008.

Alle vorgenannten Architekturen sind so allgemein, dass sie prinzipiell auch in Software für mobile Endgeräte zum Einsatz kommen können. Dabei sind aufgrund der spezifischen Eigenschaften mobiler Endgeräte (vgl. Abschnitt 2.1.4.2) manche Architekturen besonders gut nutzbar bzw. es müssen Vorkehrungen für die spezielle Nutzungssituation geschaffen werden. So können Grid- und Cloud-Computing-basierte Anwendungen die geringen Speicher- und Rechenkapazitäten mobiler Endgeräte ideal erweitern. Gleichsam müssen aber bei verteilten Anwendungen auch besondere Vorkehrungen, z. B. für den Fall eines Verbindungsausfalls, getroffen werden.

8.1.2 Architekturdetails

Die vorgenannten Basisarchitekturen determinieren nur den Grundaufbau von Softwaresystemen. Sie müssen durch weitere Festlegungen konkretisiert werden. Für den mobilen Bereich sind dabei drei Aspekte am Wichtigsten, welche im Nachfolgenden beschrieben werden (vgl. Lee/Schneider/Schell 2004, S. 23ff). Zunächst ist zu unterscheiden, wie die Anwendungslogik aufgeteilt werden soll (Anwendungsverteilung, Abschnitt 8.1.2.1). Eng damit verbunden ist die Frage, welche Komponenten die Anwendungslast tragen (Lastverteilung, Abschnitt 8.1.2.2). Außerdem muss geklärt werden, wie und wann Daten übermittelt werden sollen (Netzwerkverbindung, Abschnitt 8.1.2.3).

8.1.2.1 Anwendungsverteilung

Anwendungen können in Form von Schichten dargestellt werden, die unterschiedliche Aufgaben wahrnehmen und aufeinander aufbauen. Häufig werden Anwendungen in drei Schichten unterteilt: Eine Präsentationsschicht für die Anzeige, eine Anwendungsschicht für die Anwendungslogik und eine Persistenzschicht zur Speicherung der Daten (vgl. Dunkel/Holitschke 2003, S. 17f; Abbildung 74).

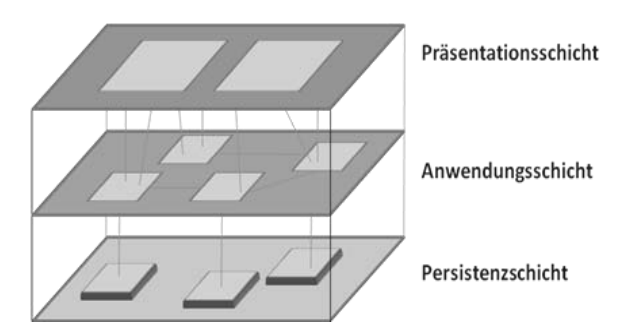


Abbildung 74: Typische Aufteilung einer Anwendung in Layer[95]

[95] Nach: Dunkel/Holitschke 2003, S. 17.

Verteilte Anwendungen werden häufig auch mit einer Kommunikationsschicht statt einer Persistenzschicht dargestellt, die dann für die Datenübertragung zuständig ist. Solche Schichten innerhalb von Anwendungen werden als Layer bezeichnet.

Die Zielsetzung des Layerings ist insbesondere die Kapselung von logisch zusammengehörigen Funktionalitäten. Hierdurch können Anwendungen leicht angepasst werden: Muss die Datenspeicherung in einer Anwendung ausgetauscht werden, so wird nur die Persistenzschicht ersetzt. Aufgrund wohldefinierter Schnittstellen zwischen den Layern werden die weiteren Softwareschichten dadurch nicht beeinflusst. In Form von Layern strukturierte Anwendungen sind hierdurch robuster (vgl. Dunkel/Holitschke 2003, S. 17).

Layer bilden zudem die Grundlage für eine weitere Form der Schichtenarchitektur: Sie können auf verschiedene Computer verteilt werden. Diese bezeichnet man dann als Tiers (vgl. Wunderlich 2005, S. 190). Ein Anwendungssystem, welches auf einem einzigen Computer abläuft, wird als 1-Tier-Anwendung bezeichnet[96]. Wird bei einer Anwendung die Datenhaltung ausgelagert, so kann von einer 2-Tier-Anwendung gesprochen werden. Typisch ist auch die Verteilung von Präsentation, Anwendungslogik und Datenhaltung auf drei verschiedene Systeme (3-Tier-Anwendung, z. B. SAP ERP).

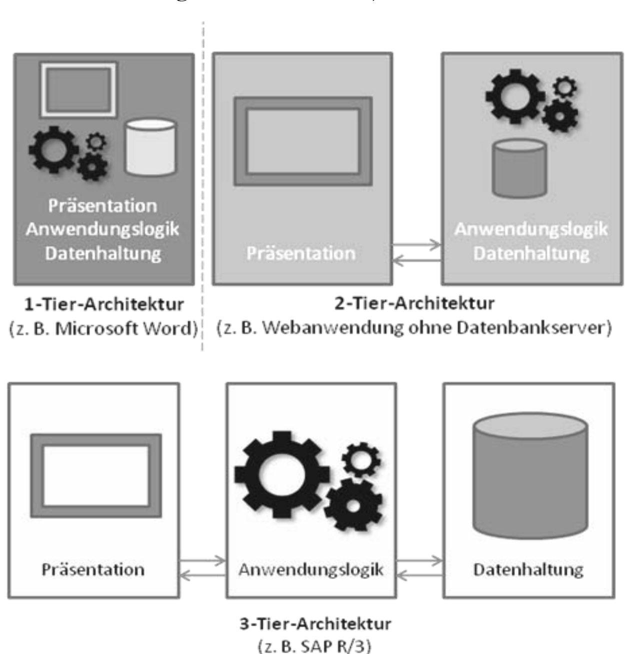


Abbildung 75: Beispielhafte n-Tier-Architekturen

[96] Manche Autoren verwenden eine andere Zählweise und zählen Clients nicht als Tier (vgl. Lee/Schneider/Schell 2004, S. 25).

Tiers beschreiben zudem Mengen an Servern, nicht einzelne Server – hinter einem Datenbank-Tier kann also eine beliebige Menge an Computern stehen. Gerade die einfache Möglichkeit, einem Tier (ggf. unter Zuhilfenahme eines Loadbalancer-Systems) Ressourcen hinzuzufügen oder entfernen zu können, ist ein großer Vorteil dieses Architekturprinzips (Skalierbarkeit). Ein weiterer Vorteil ist die bessere Absicherbarkeit: Bei einem Internetdienst kann die Datenbank beispielsweise durch eine Firewall geschützt werden und muss sich nicht mit der Anwendungslogik und/oder Präsentation in einer demilitarisierten Zone[97] (DMZ, vgl. Lee/Schneider/Schell 2004, S. 31) befinden. Beispielhafte Architekturen mit unterschiedlichen Tier-Anzahlen zeigt Abbildung 75.

8.1.2.2 Lastverteilung

Wählt man die Strukturierung einer Anwendung in mehrere Tiers aus, so ist zu klären, welche Komponente die Hauptlast in Fragen von Rechenleistung und Speicherkapazität trägt. Häufig wird hier – bei Betrachtung der Clientseite – zwischen zwei Applikationstypen unterschieden: Thin Clients und Fat Clients (vgl. Lee/Schneider/Schell 2004, S. 26ff).

Thin Clients besitzen kaum Funktionalität und dienen nur der Anzeige vom Server übermittelter Inhalte. Alle Darstellungs- und Anwendungslogik sowie die Datenspeicherung sind auf dem Server angesiedelt (vgl. Fink 2010). Zentrale Vorteile sind die hohe Unabhängigkeit vom Betriebssystem sowie der geringe Wartungsaufwand am Client. Typische Technologien zur Realisierung von Thin Clients sind Webbrowser im klassischen Web-Modell[98], Citrix XenDesktop oder VMWare View; bei den letzten Beiden laufen Fat Client-Anwendungen auf einem Server und nur die Ein- und Ausgaben werden mit einem Thin Client ausgetauscht.

Fat Clients (auch: Rich Clients) konzentrieren die Anwendungsfunktionalität vollständig oder nahezu vollständig auf dem Client. Sie werden damit unabhängiger vom Server als Thin Clients und können teilweise ohne Netzwerkverbindung arbeiten. Nachteilig können der Speicher- und Ressourcenbedarf auf dem Endgerät sein, sowie ggf. die lokale Speicherung von Daten.

Beide Begriffe sind nicht eindeutig definiert und werden von verschiedenen Autoren unterschiedlich verwendet (vgl. Kanter 1998). Der Übergang zwischen diesen beiden Extremmodellen ist fließend, mögliche Optionen zur Ausgestaltung konkreter Anwendungssysteme zeigt Abbildung 70 im Vorkapitel. Thin- und Fat-Clients stellen hierbei die Extremvarianten dar, in der Mitte dieser Optionen be-

---

[97] Eine demilitarisierte Zone ist ein Bereich eines lokalen Netzwerks, auf den von außen (eingeschränkt) zugegriffen werden kann. Er ist schwächer geschützt als der Rest des lokalen Netzwerks und beheimatet in der Regel öffentlich zugängliche Serversysteme wie z. B. Webserver (vgl. Bauer 2003, S. 29f).

[98] Ursprünglich dienten Webbrowser alleinig der Anzeige von in HTML/XHTML kodierten Inhalten. Mittlerweile verfügen sie jedoch auch über die Möglichkeit, Anwendungslogik clientseitig auszuführen.

findet sich eine zunehmend stärker verbreitete, hybride Architektur: Die *Web-Architektur*. Dabei ist zwischen dem klassischen Webmodell zu unterscheiden, bei dem der Webbrowser nur in HTML/XHTML kodierte Inhalte anzeigt (Thin Client) und dem modernen Webmodell (Web Client), in dem der Webbrowser zusätzlich eine Laufzeitumgebung für Anwendungen darstellt. Moderne Webbrowser sind nicht nur in der Lage, Inhalte darzustellen und die Präsentation dynamisch zu verändern; mit JavaScript-Interpretern und Plugin-Erweiterungen wie Adobe Flash, Sun Java, Sun JavaFX oder Microsoft Silverlight kann auch die Anwendungslogik auf Clientseite platziert werden.

8.1.2.3 Netzwerkverbindung

Eine zentrale Entwurfsentscheidung, insbesondere bei mobilen Systemen, ist die Frage der Netzwerkverbindung. Während bei stationär genutzten Anwendungen von einer durchgehend vorhandenen Anbindung ausgegangen werden kann, ist dies bei mobil, portabel oder nomadisch-mobil genutzten Anwendungen (vgl. WiMAX-Forum 2005, S. 17) nicht der Fall. Zu unterscheiden ist hierbei das Vorhandensein einer Verbindung und die tatsächliche Nutzung. Mögliche Optionen zeigt Abbildung 76.

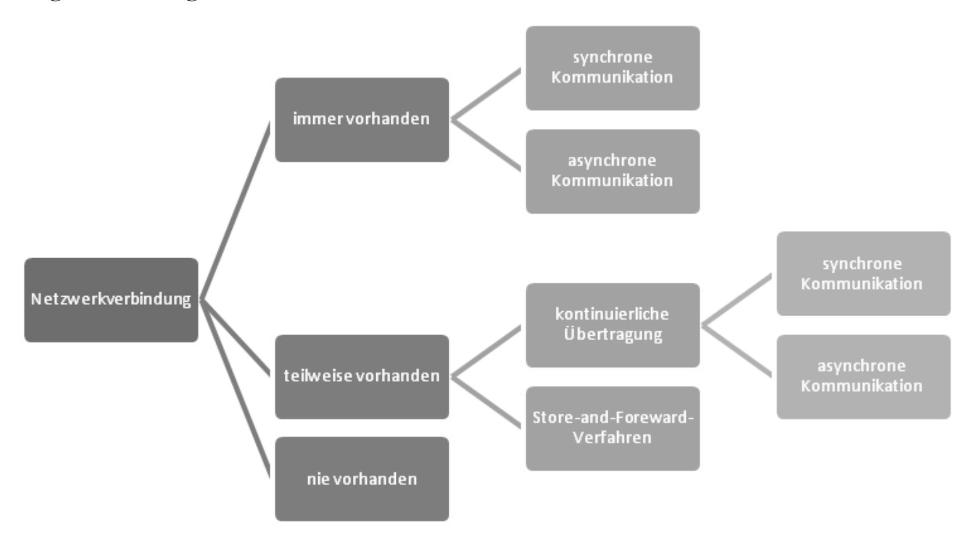


Abbildung 76: Mögliche Ausprägungen der Netzwerkverbindung

Eine Datenverbindung kann immer, teilweise oder nie vorhanden sein (vgl. Lee/Schneider/Schell 2004, S. 34). Bei dauerhafter Verbindung kann jegliche Form von Basisarchitektur (siehe Abschnitt 8.1.1) gewählt werden; ist sie nie vorhanden, kann ausschließlich die Form des Monolithen Verwendung finden. Ist eine Verbindung nur teilweise vorhanden, so stellt die Softwarearchitektur eine

besondere Herausforderung dar und erfordert für den dauerhaften Betrieb der Anwendung eine besondere Implementierung. Eine nur teilweise vorhandene Verbindung kann durch eine ausschließlich an einer diskreten Anzahl von Standorten vorhandenen Anbindung (z. B. Firmen-WLANs, HotSync-Stationen) oder aufgrund des schwankenden Versorgungsgrads mit Mobilfunknetzen entstehen. Hierbei müssen Vorkehrungen z. B. zur Zwischenspeicherung oder gar dem Weiterbetrieb der Anwendung ohne Verbindung getroffen werden. Dies gilt auch, wenn die Stabilität und Qualität der Funkverbindung nicht konstant ist.

Die tatsächliche Nutzung der Funkverbindung lässt sich in kontinuierliche Kommunikation und das Store-and-Forward-Verfahren differenzieren (vgl. Lee/Schneider/Schell 2004, S. 35f.). Bei kontinuierlicher Kommunikation kommt die Anwendung zum Stillstand, wenn die Verbindung abbricht. Da keine lokale Datenspeicherung vorliegt, können Daten verloren gehen. Das Store-and-Forward-Verfahren führt bei Verbindungslosigkeit dagegen zu einer lokalen Sicherung und überträgt die Daten bei erneutem Verbindungsaufbau. Kontinuierliche Kommunikation lässt sich zudem in synchrone und asynchrone Kommunikation unterscheiden. Bei synchroner Kommunikation wechseln sich Sende- und Empfangsvorgänge kontinuierlich ab, wodurch sowohl auf Client- als auch Serverseite Wartezeiten entstehen. Diese entfallen bei asynchroner Kommunikation, da jede Komponente auch ohne Rückantwort weitere Sendevorgänge vornehmen kann (vgl. Eernisse 2006, S. 4ff.).

8.1.3 Zusammenfassung

Für den Entwurf und die Umsetzung von Anwendungssystemen für mobile Endgeräte stehen viele erprobte Architekturen mit ihren eigenen Vor- und Nachteilen zur Verfügung (siehe Abschnitt 8.1.1). Die dabei zu treffenden Entscheidungen fasst Abbildung 77 zusammen.

<table>
<tr><td rowspan="3">Basisarchitektur</td><td>Monolith</td><td>Client/Server</td><td>Peer-to-Peer</td></tr>
<tr><td>Multi-Tier</td><td>Web</td><td>Service-Oriented Architecture</td></tr>
<tr><td>Event-Driven Architecture</td><td>Grid Computing</td><td>Cloud Computing</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="6">Parameter</td><td>Layer</td><td>1</td><td colspan="2">2</td><td colspan="2">3</td><td>>3</td></tr>
<tr><td>Tiers</td><td>1</td><td colspan="2">2</td><td colspan="2">3</td><td>>3</td></tr>
<tr><td>Clienttyp</td><td colspan="2">Thin</td><td colspan="2">Web</td><td colspan="2">Fat</td></tr>
<tr><td>Verbindung</td><td colspan="2">immer</td><td colspan="2">teilweise</td><td colspan="2">nie</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Kommunikation</td><td colspan="3">kontinuierlich</td><td colspan="3">Store-and-Forward</td></tr>
<tr><td colspan="3">synchron</td><td colspan="3">asynchron</td></tr>
</table>

Abbildung 77: Softwarearchitekturen und Parameter

Eine Schlüsselrolle beim Entwurf von mobilen Anwendungen nimmt der Clienttyp (bzw. die Lastverteilung, vgl. Abschnitt 8.1.2.2) ein. Als einziger zu setzender Parameter determiniert er, mit welchen Technologien entwickelt werden muss und damit, ob eine plattformübergreifende Entwicklung möglich ist. Dieser Parameter wird daher im Nachfolgenden näher in Bezug auf das Einsatzfeld mobiler Endgeräte betrachtet.

8.2 Lastverteilung bei Anwendungen auf mobilen Endgeräten

Alle in Abschnitt 8.1.2.2 genannten Lastverteilungsvarianten sind auch im mobilen Bereich vorstellbar. Aufgrund der besonderen Rahmenbedingungen des mobilen Internets (vgl. Abschnitt 3.1) müssen diese jedoch differenziert betrachtet werden. Die Besonderheiten ergeben sich dabei aus den technischen Komponenten, die verwendet werden (vgl. Abbildung 78).

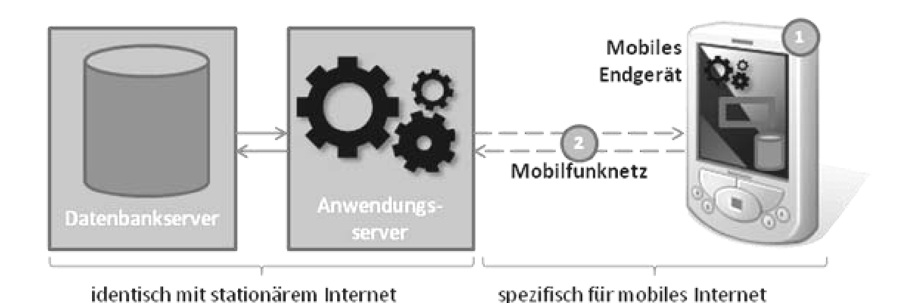


Abbildung 78: Auslöser für die Besonderheiten des mobilen Internets

Betrachtet man die notwendigen Komponenten für eine verteilte Anwendung im mobilen Internet, so stellt man fest, dass ein Teil identisch mit dem stationären Internet (die ggf. vorhandene Serverseite) und ein Teil spezifisch ist: Letzterer besteht aus dem mobilen Endgerät (1) und einer Anbindung über das Mobilfunknetz (2).

Mobile Endgeräte (1) besitzen trotz steigender Kapazitäten immer noch Einschränkungen gegenüber stationären Computern. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass man mit mobilen Endgeräten die Unterklasse der Handhelds meint, die durchgängig betriebsbereit gehalten werden (vgl. Abschnitt 2.1.4.2). Resultierend aus den Ressourceneinschränkungen sind die auf mobilen Endgeräten genutzten Anwendungen (z. B. Betriebssysteme, Webbrowser, Laufzeitumgebungen) ebenfalls von ihrer Funktionalität her eingeschränkt.

Mobilfunknetze (2) sind in Bezug auf Bandbreite und Latenz weniger leistungsstark als drahtgebundene Netze. Zudem sind sie anfälliger für Störungen (z. B.

durch Reflexion oder Streuung des Signals) oder das Mithören von Daten (vgl. Roth 2005, S. 30f). Dies ist von Nachteil für verteilte Anwendungen. Die relevanten Einschränkungen fasst Abbildung 79 zusammen.

Wie die bisherigen Ausführungen gezeigt haben, ist eine Vielzahl von Lastverteilungsvarianten im mobilen Internet möglich (vgl. Abschnitt 8.1.2.2). Unter diesen Varianten befinden sich drei Archetypen, die in der wissenschaftlichen Literatur häufig diskutiert und in der Praxis umgesetzt werden. Sie werden im Nachfolgenden mit den dazu notwendigen Technologien präsentiert und für ihren speziellen Einsatz im mobilen Internet bewertet: Thin Client, Web Client und Fat Client (vgl. Höß et al. 2005, S. 135)[99].

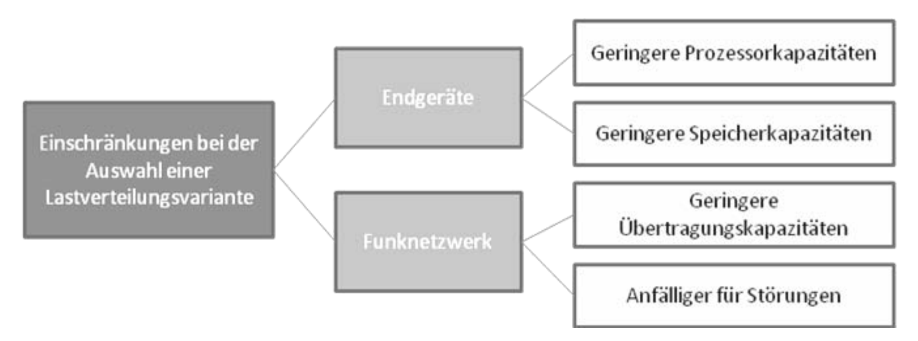


Abbildung 79: Einschränkungen bei der Auswahl einer Lastverteilungsvariante[100]

Sie sind unterschiedlich gut für mobile Anwendungen geeignet, da sie unterschiedliche Anforderungen an die Rechen- und Speicherkapazitäten sowie die auf dem Endgerät installierte Software stellen und unterschiedlich anfällig für Netzwerkstörungen sind.

8.2.1 Thin-Client-Anwendungen

Thin-Client-Anwendungen lagern nur einen Teil der Präsentationsschicht auf das Endgerät aus, sie sind die Form von Anwendung, die am wenigsten Anforderungen an ein Endgerät stellt (vgl. Yang et al. 2003, S. 68). Traditionell wird eine solche Softwareaufteilung insbesondere in Büroumgebungen zur Senkung der Total Cost of Ownership (TCO) eingesetzt (vgl. Lowber 2001). *Thin-Clients* bezeichnen Computer, die nur minimale lokale Softwareausstattung besitzen und z. B. ihr

[99] Autoren wie Lommer (2011, S. 36f.) ergänzen hier den Hybrid-Client, bei dem Web-Clients über Frameworks wie Nitobe PhoneGap/Cordova (vgl. Fling 2009, S. 232ff.; Stark 2010, S. 113ff.), Appcelerator Titanium Mobile (vgl. Allen/Graupera/Lundrigan 2010, S. 153) oder Rhomobile Rhodes (vgl. Pan/Xiao/Luo 2010, S. 2074) in Fat-Clients für verschiedene Plattformen transformiert werden (vgl. Dern 2010, S. 14f.). Dies stellt jedoch keine eigene Architektur dar, weshalb diese Form hier nicht weiter betrachtet wird.

[100] Bewertungen erfolgen im Vergleich zu stationären Endgeräten und stationären Computernetzwerken.

Betriebssystem über das Netzwerk beziehen (vgl. Lampe 2010, S. 91ff.; Schmidt/Lam/Northcutt 1999, S. 32ff.). Die Anwendungssoftware liegt hierbei vollständig auf einem entfernten Computer und durch die Zentralisierung können Wartungskosten (z. B. bei Updates) gesenkt werden. *Thin-Client-Anwendungen* dagegen bezeichnen in der Regel Verbindungstechnologien, bei denen Softwarekomponenten auf Client- und Serverseite die Darstellung vom Server zum Client und Eingaben vom Client zum Server übertragen (vgl. Abbildung 80).

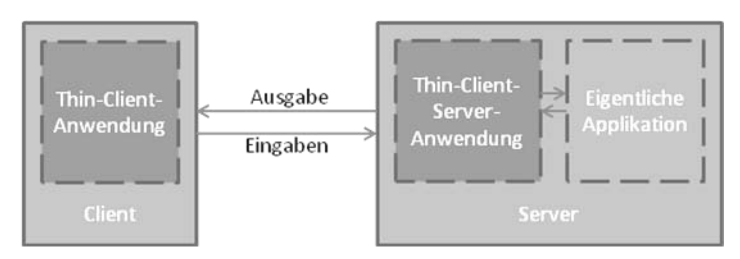


Abbildung 80: Komponenten eines Thin-Client-Anwendungssystems

Über solche Technologien kann – ergänzend zur Reduktion der Wartungskosten – auch der externe Zugang zu gesicherten Netzen (z. B. für Telearbeit) ermöglicht werden. Weiterhin können so Anwendungen genutzt werden, die nur auf anderen als dem lokal installierten Betriebssystem ablauffähig sind (z. B. Nutzung von Windows-Anwendungen auf Rechnern mit Unix-Betriebssystem). Technologien zur Realisation von Thin-Client-Anwendungen im mobilen Bereich entspringen drei verschiedenen Konzeptionen:

Kommerzielle Produkte wie z. B. Microsoft *Terminal Server*, *Sun Ray* oder *Citrix MetaFrame* stellen in der Regel auch Client-Anwendungen für mobile Endgeräte zur Verfügung (vgl. Yang et al. 2003, S. 68).

Im Privatkundenbereich sind Programme wie beispielsweise *Virtual Network Computing* (VNC) verfügbar, die in der Regel weniger leistungsstark und funktionsreich sind wie entsprechende kommerzielle Produkte (vgl. Shizuki/Nakasu/Tanaka 2002, S. 74ff.).

Auch *traditionelle Webanwendungen*, die ausschließlich mit (X)HTML und CSS arbeiten, sind als Thin-Client-Anwendungen zu sehen (vgl. Leff/Rayfield 2001, S. 119). Hier übernehmen Webbrowser auf Client- und Webserver (z. B. Apache Webserver, Apache Tomcat, JBoss, Microsoft Internet Information Services) auf Serverseite exakt die gleichen Funktionen wie spezialisierte Produkte.

Auf Serverseite kann in Variante a) und b) jegliche Technologie zum Implementieren der Anwendung verwendet werden. In Variante c) kommen typische Applikationsserver wie PHP zum Einsatz; ergänzend kann jegliche Programmiersprache genutzt werden, wenn mit dem Common Gateway Interface (CGI, vgl. Stein 1997, S. 467ff., Mui 1999, S. 5ff.) gearbeitet wird[101], z. B. Perl (vgl. Lubkowitz 2007, S. 491ff.; Christiansen/Torkington 1999, S. 705ff.).

Thin-Client-Anwendungen im mobilen Internet verfügen über verschiedene Vorteile. In Bezug auf die Einschränkungen von mobilen Endgeräten (1) sind sie eindeutig vorteilhaft, da die Rechenlast und der Speicherbedarf vom Client auf den Server verlagert werden. Auch die Ausführungsgeschwindigkeit von Anwendungen wird so ggf. erhöht (vgl. Yang et al. 2003, S. 75f.), wenn Berechnungen auf einen Server verlagert werden. Betrachtet man die Einschränkungen von Mobilfunknetzen (2) so entdeckt man die zentrale Schwachstelle des Konzepts: Thin-Client-Anwendungen benötigen eine kontinuierliche Verbindung mit einem Server (vgl. Höß et al. 2005, S. 135), die bei Mobilfunknetzen nicht immer gegeben ist. Da jedoch nur die Ein- und Ausgaben übertragen werden, ist die Menge der zu übertragenden Daten geringer als bei Anwendungen, die Datenbestände auf das mobile Endgerät übertragen müssen.

Zudem führt das Architekturmodell zu Besonderheiten: Der Client, der die Verbindung zur Anwendung herstellt, ist nativ implementiert und daher besonders schnell, er kann sich selbst ideal in die Benutzungsoberfläche des Betriebssystems einfügen. Letzteres gilt jedoch nicht für die Anwendung selbst, zudem ist der Zugriff auf lokale APIs zu spezieller Hardware (Magnetometer, GPS-Receiver, etc.) sowie die Verbreitung der eigentlichen Anwendung über den Anwendungsmarktplatz (z. B. Apple AppStore, Microsoft Windows Marketplace) des Herstellers nicht möglich (vgl. Henze 2010, S. 17).

8.2.2 Web-Client-Anwendungen

Web-Client-Anwendungen (häufig auch: Rich Internet Application, RIA) sind eine Erweiterung des Konzepts von traditionellen Webanwendungen (vgl. Abschnitt 8.2.1). Sie verlagern weitere Anwendungsschichten auf das Endgerät – typischerweise die vollständige Präsentationsschicht und Teile der Anwendungslogik. Es ist jedoch mittlerweile bereits möglich, auch die Datenspeicherung teilweise auf dem lokalen Endgerät durchzuführen (bspw. durch Google Gears und HTML5). Eine besondere Umsetzungsform wählt der Hersteller HP (früher: Palm) mit seinem Betriebssystem webOS (zuvor: PalmOS; vgl. Allen 2009, S. 1ff.; Palm 2010): Anwendungen, die auf dem System genutzt werden, sind grundsätzlich Web-Client-Anwendungen, die in einer lokalen (auf dem mobilen Endgerät installierten) Webserver-ähnlichen Software, dem UI System Manager, ablaufen (vgl. Allen 2009,

[101] Programme, die über das CGI angesprochen werden, sind allerdings in der Regel weniger performant als andere Lösungen, da für jeden Aufruf ein eigener Prozess gestartet wird (vgl. Mui 1999, S. 6; Tanenbaum 2009, S. 71ff.).

S. 3f.; Palm 2011). Dabei kommt das Mojo-Framework zum Einsatz, welches als JavaScript-Bibliothek zwischen Anwendungen und webOS vermittelt (vgl. Zammetti 2009, S. 22ff.). Sowohl beim Einsatz von Google Gears als auch beim Konzept von HP/Palm verschwimmen somit die Grenzen zwischen Web- und Fat-Client.

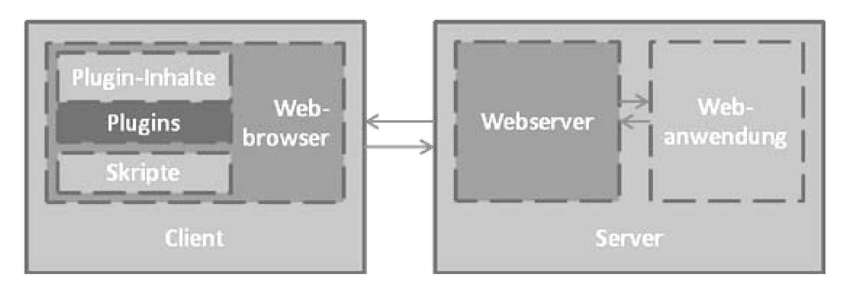


Abbildung 81: Komponenten eines Web-Client-Anwendungssystems

Abbildung 81 zeigt den schematischen Aufbau einer Web-Client-Anwendung, der sich hauptsächlich im Client-Teil von traditionellen Webanwendungen (vgl. Abbildung 80) unterscheidet. Der Webbrowser (z. B. Apple Safari, Opera Mini, Microsoft Internet Explorer Mobile) dient in diesem Modell nun nicht mehr ausschließlich der Darstellung von (X)HTML/CSS-basiertem Inhalt. Er stellt vielmehr eine Ablaufumgebung für clientseitige Programmteile dar, die teilweise nativ von ihm unterstützt werden (z. B. JavaScript, vgl. Wenz 2008, S. 47ff) oder über ein Webbrowser-Plugin im Webbrowser ablaufen können (z. B. Java Applets, Adobe Flash-Filme; vgl. Taivalsaari et al. 2008, S. 1ff.). Typische Technologien, die auf Clientseite im Webbrowser ablaufen können, sind (vgl. Fraternali/Rossi/Sánchez-Figueroa 2010, S. 9ff.; Lawton 2008, S. 10ff.):

JavaScript: Eine Skriptsprache von Netscape aus dem Jahr 1995. Sie wird von Webbrowsern in der Regel nativ unterstützt und erfordert daher kein spezielles Plugin (vgl. Koch 2009, S. 13ff; Stein 1997, S. 571; Vander Veer 1997, S. 27ff.).

AJAX (Asynchronous JavaScript and XML): Eine Erweiterung der Nutzung von JavaScript, indem diese Sprache mit der XmlHttpRequest-Klasse (vgl. Wenz 2010, S. 14ff.; Rieber 2009, S. 647ff.) zum Übertragen von Daten, während eine Seite bereits geladen ist, dem Document Object Model (DOM, vgl. Wenz 2008, S. 349ff.) für die Veränderung von geladenen Seiten und XML als Austauschformat kombiniert wird (vgl. Koch 2009, S. 331ff.). Dadurch wird ein asynchrones Web-Modell mit ansprechender Nutzbarkeit möglich (vgl. Eernisse 2006, S. 6f.). AJAX stellt eine

Weiterentwicklung des Dynamic HTML-Konzeptes dar (DHTML, vgl. Garrett 2005; Lubkowitz 2007, S. 427f.).

Adobe Flash: Eine Technologie zum Erstellen von Flash-Filmen, die multimedial und interaktiv seien können. Zur Darstellung im Webbrowser wird der so genannte Flash-Player benötigt (Webbrowser-Plugin, vgl. Weschkalnies 2009, S. 27ff.).

Adobe Flex: Ein Entwicklungsframework zur Erstellung von Rich Internet Applications (RIA). Es stellt viele Komponenten für komplexe Oberflächen und eine gute Benutzerinteraktion zur Verfügung, erfordert aber den Flash-Player (ab Version 10), in dessen Umgebung die erzeugten Anwendungen ablaufen (vgl. Widjaja 2008, S. 2ff.; Pfeil 2009, S. 8ff.).

Sun JavaFX: Die Komponente der Java-Welt zur Erstellung von RIAs. Anwendungen werden in JavaFX-Script geschrieben und benötigen eine Java SE-Laufzeitumgebung auf dem Endgerät (vgl. Steyer 2009, S. 36ff.; Pfeil 2009, S. 17ff.).

Microsoft Silverlight: Die Entwicklungsplattform für Rich Internet Applications (RIA) von Microsoft (vgl. Pfeil 2009, S. 4ff.). Sie ermöglicht eine vielfältige Gestaltung von Webanwendungen, z. B. mit Animationen, 3D-Effekten und Drag-n-Drop-Bedienung. Sie basiert auf dem .NET-Framework (vgl. Rozanski 2009, S. 17ff.; Wenz 2008, S. 551ff.).

OpenLaszlo: RIAs werden hierbei im LZX-Format (XML-basiert) definiert. Die Darstellung im Webbrowser erfolgt über Flash oder Dynamic HTML (vgl. Klein/Carlson/MacEwen 2008, S. 10ff.; Pfeil 2009, S. 14ff.).

Java Applets: Eine der frühesten Formen, Anwendungen im Webbrowser ablaufen zu lassen. Java-Anwendungen, abgeleitet von einer generischen Applet-Klasse, laufen in einer Sandbox im Webbrowser. Es wird eine Java SE-Laufzeitumgebung benötigt, die Ausführungsgeschwindigkeit ist eher gering (vgl. Ullenboom 2003, S. 1111ff.).

Auf Serverseite kommen erneut Webserver (z. B. Apache Webserver, Apache Tomcat, JBoss, Microsoft IIS) in Kombination mit Applikationsservern oder CGI-Anwendungen zum Einsatz (vgl. Abschnitt 8.2.1). Web-Client-Anwendungen sind der Mittelweg zwischen Thin- und Fat-Client-Anwendungen. Dementsprechend sind auch die Vor- und Nachteile zwischen diesen Extremen zu sehen. Erschwerend kommt hinzu, dass sich Web-Client-Anwendungen deutlich unterscheiden können, je nachdem, wie viele Anwendungsschichten in den Client verlagert werden.

Eine abschließende Beurteilung ist daher nur anhand einer konkreten Anwendung möglich. Die Bewertung hängt auch davon ab, ob die Webanwendung spezifisch für einen bestimmten Endgerätetyp bzw. ein spezielles Betriebssystem oder einen speziellen Webbrowser erstellt wurde. Mit in der Regel betriebssystemspezifischen Software Development Kits (SDK) können Anwendungen auch auf spezielle Endgeräteeigenschaften zugreifen und somit Schwächen von Web-Client-Anwendungen überwinden. Eine weitgehende Plattformunabhängigkeit lässt sich bei Verwendung plattformspezifischer APIs dennoch erzielen, in dem diese SDKs gebündelt und über eine Abstraktionsschicht zusammengeführt werden. Da dies jedoch zu sehr vielfältigen Ausprägungen bei Web-Client-Anwendungen für mobile Endgeräte führen kann, muss dies bei der nachfolgenden Untersuchung außer Acht bleiben.

Betrachtet man die Einschränkungen von *mobilen Endgeräten* (1) so können Web-Client-Anwendungen Vorteile erzeugen, da die Rechenlast und der Speicherbedarf vom Client auf den Server verlagert werden kann. Je nachdem, welche Technologie zur Implementierung auf Client-Seite genutzt wird, werden jedoch ggf. speicherintensive Plugins für den Webbrowser nötig, die teilweise nicht für alle Webbrowser verfügbar sind[102]. Prinzipiell kann die Ausführungsgeschwindigkeit optimiert werden und mit den richtigen Technologien, wie beispielsweise AJAX, kann eine deutlich bessere Benutzungsschnittstelle als mit Thin-Client-Anwendungen generiert werden. Dies geschieht durch einen Wechsel vom synchronen zum asynchronen Web-Modell[103]. Zudem sind Webbrowser in der Regel auf den Endgeräten verfügbar, ihre Leistungsfähigkeit wächst kontinuierlich (vgl. Opera 2011). In Bezug auf die Einschränkungen von *Mobilfunknetzen* (2) kann keine finale Bewertung abgegeben werden: Zwar ist eine Webapplikation prinzipiell auf eine Netzwerkverbindung angewiesen, insbesondere wenn sie asynchron arbeitet. Aufgrund entsprechender Programmierung und ergänzender Technologien wie Google Gears kann eine Webapplikation jedoch offline-fähig werden (vgl. Google 2011), wenn sie einmal geladen wurde. Auch die zu übertragende Datenmenge kann reduziert werden; im Extremfall so sehr, wie bei Thin Clients.

Aufgrund des Architekturmodells ergeben sich allerdings Besonderheiten: Der Webbrowser, welcher die Verbindung zur Anwendung herstellt, ist nativ implementiert und daher i. d. R. besonders schnell in der Ausführung. Jedoch enthält er mehr Funktionen, als für die Nutzung der Web-Client-Anwendung selbst nötig. Dies kann die Performanz reduzieren. Er kann sich selbst ideal in die Benutzungsoberfläche des Betriebssystems einfügen und nutzt die Möglichkeiten lokaler Anwendungen und des Endgeräts i. d. R. selbst gut aus. Die Web-Client-

---

[102] Adobe Flash ist im iPhone-Browser Safari beispielsweise nicht verfügbar (vgl. Grannemann 2010).

[103] Das traditionelle World Wide Web (WWW) ist synchron: Sendevorgänge von Client und Server folgen einer klaren, wechselseitigen Abfolge. Mit dem asynchronen Webmodell wird dies beendet: Eine im Browser geladene Webseite kann beliebig oft weitere Anfragen an den Webserver senden und Antworten erhalten (vgl. Eernisse 2006, S. 6f.).

Anwendung dagegen hat nur bei der Nutzung eines speziellen SDKs hohe Ähnlichkeit zu nativen Anwendungen, mit Technologien wie AJAX lässt sich zumindest aber eine gute Usability erzielen. Der Zugriff auf lokale APIs zu spezieller Hardware ist nicht ohne Weiteres möglich, ebenso kann die eigentlichen Anwendung nicht über den Anwendungsmarktplatz des Herstellers verbreitet werden. Da Kenntnisse über Webanwendungstechnologien weit verbreitet und entsprechende Sprachen leicht erlernbar sind, ist der Entwicklungsaufwand bei Web-Client-Anwendungen in der Regel geringer als bei nativen Anwendungen (vgl. Henze 2010, S. 17).

8.2.3 Fat-Client-Anwendungen

Fat-Client-Anwendungen befinden sich fast vollständig auf dem mobilen Endgerät, sie lagern höchstens Teile der Datenhaltungsschicht auf andere Systeme aus bzw. beziehen Daten von dort (vgl. Blom et al. 2008, S. 132f.). Eine schematische Darstellung der Komponenten einer Fat-Client-Anwendung zeigt Abbildung 82.

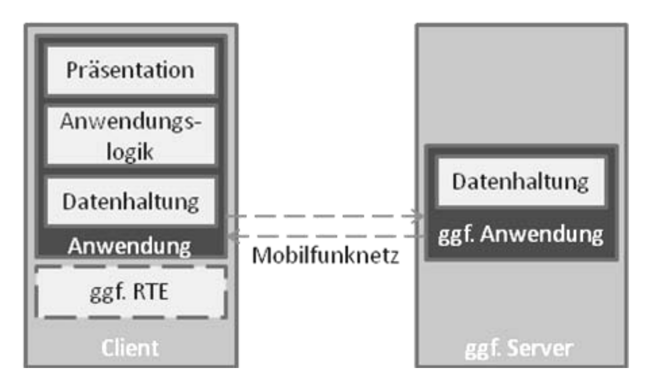


Abbildung 82: Komponenten eines Fat-Client-Anwendungssystems

Bei der Entwicklung von Fat-Client-Anwendungen auf mobilen Endgeräten sind zwei Entwicklungsarten zu unterscheiden: Native Anwendungen und plattformunabhängige Anwendungen. Native Anwendungen werden in der – für das jeweilige Betriebssystem – vorgesehenen Programmiersprache verfasst. Dies führt zu den genannten Vorteilen des direkten Betriebssystemzugriffs, der Ausführungsgeschwindigkeit und der optischen und ablauftechnischen Anpassung an das jeweilige zugrundeliegende Betriebssystem.

Plattformunabhängige Anwendungen dagegen sind so verfasst, dass sie in einen plattformunabhängigen Zwischencode übersetzt werden, der von einer entsprechenden Laufzeitumgebung (Runtime Environment, RTE) auf dem Endgerät interpretiert bzw. ausgeführt wird (vgl. Ullenboom 2003, S. 49). Der Begriff der Plattformunabhängigkeit ist jedoch dahingehend zu relativieren, dass die Plattformunabhängigkeit des Quellcodes noch keine ubiquitäre Ausführbarkeit be-

dingt. Nur wenn Laufzeitumgebungen für alle verfügbaren Betriebssysteme existieren, ist die Anwendung überall ablauffähig.

Die zugrundeliegenden Technologien sind dementsprechend auch getrennt nach nativen und plattformunabhängigen Anwendungen zu unterscheiden. Typische Programmiersprachen für native Anwendungen auf mobilen Endgeräten, ausgewählt anhand der am meisten verbreiteten Betriebssysteme (vgl. Canalys 2009, S. 3), sind[104]:

> *Objective-C* (ObjC): Eine von Brad Cox und Tom Love (Productivity Products International) in den 1980er Jahren entworfene Weiterentwicklung der Programmiersprache C, die um objektorientierte Konstrukte erweitert wurde. Sie kommt unter anderem auf dem Apple iPhone zum Einsatz (vgl. Meyer/Wichers 2009, S. 27ff.; Stäuble 2009, S. 233fff.)
>
> *C++*: Ebenfalls eine Weiterentwicklung von C, entstanden bei AT&T. Die Sprache ist von der ISO standardisiert und mit ihr kann sowohl prozedural als auch objektorientiert entwickelt werden (vgl. Wolf 2009, S. 25ff.). Sie kommt bei mobilen Endgeräten mit Symbian-Betriebssystem zum Einsatz (vgl. Tanenbaum 2009, S. 1067ff.; Sciabarrà 2005) und ist häufig in hardwarenahen Entwicklungen zu finden.
>
> *C#* und *Visual Basic*: Auf mobilen Endgeräten mit Microsoft-Betriebssystem kommt eine besondere Laufzeitumgebung, das .NET Compact-Framework zum Einsatz (vgl. Wind/Jensen/Torp 2007, S. 208ff.). Im Rahmen dessen können die Sprachen C# (eine objektorientierte C-Weiterentwicklung mit besonderen Fähigkeiten für netzwerkbasierte Anwendungen) und Visual Basic (eine Erweiterung des seit 1990 bekannten BASIC, die leicht zu erlernen ist) genutzt werden (vgl. Wigley et al. 2003, S. 17ff.). Dies erfordert jedoch, dass die entsprechende Laufzeitumgebung installiert ist.
>
> *Python*: Auf leistungsstarken mobilen Endgeräten von Nokia kommt das Betriebssystem Maemo zum Einsatz, auf dem man mit Hilfe von Python programmiert. Ebenso kommt es auf Symbian-Geräten zum Einsatz (vgl. Scheible 2007, S. 24ff.). Diese Sprache stammt aus den 1990er Jahren und wurde von Guido van Rossum an der Universität von Amsterdam entwi-

[104] Darüber hinaus bestehen Frameworks wie PhoneGap/Cordova (vgl. PhoneGap 2010), die es ermöglichen, plattformunabhängig verfasste Anwendungen in native Anwendungen umzuwandeln. Die Zukunft solcher Entwicklungsmöglichkeiten ist jedoch fraglich, da Hersteller wie Apple ihre Marktmacht nutzen können, um den Einsatz solcher Technologien zu verhindern. Die Stärkung der eigenen Entwicklungstechnologie wird dabei mit mangelnder Sicherheit und fehlender Offenheit begründet (vgl. Jobs 2010).

ckelt. Sie ist besonders übersichtlich und verständlich (vgl. Summerfield 2009, S. 7ff.).

Java nimmt eine Sonderrolle ein: Eine Programmiersprache die 1991 unter dem Namen OAK entstand (vgl. Ullenboom 2003, S. 47). Ihr Quellcode wird in einen plattformunabhängigen Zwischencode übersetzt, der von einer Java Virtual Machine (VM) interpretiert wird. Java dient damit der plattformunabhängigen Entwicklung mobiler Anwendungen (vgl. Perrucci/Häber 2007, S. 63ff.). Gleichzeit kann Java jedoch auch plattformabhängig genutzt werden: Das Betriebssystem Android verwendet eine spezielle VM, die Dalvik, welche speziell kompilierte Java-Anwendungen erfordert[105] (vgl. Meier 2009, S. 14; Conder/Darcey 2010, S. 24).

Fat-Client-Anwendungen verfügen über verschiedene Vor- und Nachteile im mobilen Internet. Der erhöhte Ressourcenbedarf (vgl. Abschnitt 8.1.2.2) dieses Client-Typs kann in Anbetracht der Einschränkungen von mobilen Endgeräten (1) ein Nachteil sein. Bei der Nutzung einer nativen Implementierung kann jedoch die maximal mögliche Ausführungsgeschwindigkeit (im Vergleich zu nicht-nativen Anwendungen) und eine optimal an das Betriebssystem angepasste Benutzerschnittstelle erzeugt werden. Betrachtet man die Einschränkungen von Mobilfunknetzen (2) so kann die Anwendung auch ohne Netzwerkverbindung ausgeführt werden. Dafür müssen jedoch – je nach Anwendungskonzeption – vielfältige Daten auf das mobile Endgerät übertragen werden.

Das Architekturmodell erzeugt erneut Besonderheiten: Fat-Client-Anwendungen sind in der Regel besonders gut an Abläufe und die grafische Oberfläche eines Betriebssystems für mobile Endgeräte angepasst und häufig von der Ausführungsgeschwindigkeit besser als Web-Clients und in Sachen Usability Thin-Client-Anwendungen überlegen (vgl. Blom et al. 2008, S. 133; Henze 2010, S. 17). Fat-Client-Anwendungen haben zudem in der Praxis einen weiteren Vorteil: Da sie zumeist direkt auf dem Betriebssystem aufsetzen, haben sie vollen Zugriff auf die Betriebssystemschnittstellen und können somit Geräte wie GPS-Empfänger, Kameras, Lagesensoren, Magnetometer und Ähnliches in vollem Umfang nutzen (vgl. Höß et al. 2005, S. 135; Blom et al. 2008, S. 133). Dafür müssen sie jedoch vor der ersten Benutzung heruntergeladen und installiert werden, was ein Nachteil gegenüber Web-Client-Anwendungen ist. Dafür können sie jedoch über die Anwendungsmarktplätze der Anbieter vertrieben werden, was insbesondere bei einzeln zu lizensierenden B2C-Anwendungen mit geringer Lizenzgebühr hilfreich ist.

---

[105] Zu den technischen Unterschieden im Vergleich zu normalen Java VMs siehe Becker/Pant 2010, S. 21ff.

8.2.4 Vergleich

Die in den vorhergehenden Kapiteln vorgestellten Lastverteilungsvarianten für Anwendungen auf mobilen Endgeräten sind technisch gesehen hochgradig unterschiedlich, wie Abbildung 83 zeigt.

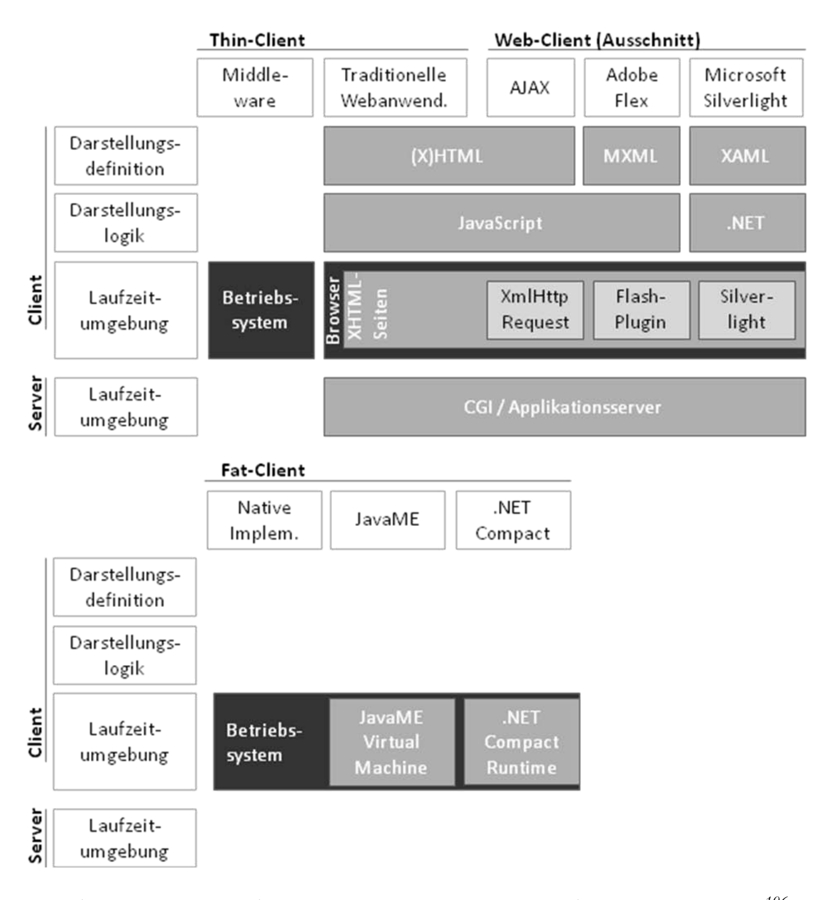


Abbildung 83: Vergleich der Laufzeitumgebungen bei verschiedenen Lastverteilungen[106]

Bei den Untervarianten der drei Archetypen ist zu sehen, wie die Darstellung erzeugt wird („Darstellungsdefinition“), wie dynamische Veränderungen der Darstellung programmiert werden („Darstellungslogik“) und welche Softwareprodukte die zentrale Laufzeitumgebung für die Programme bilden. Nicht festlegbare Ausprägungen und ggf. nicht vorhandene Ebenen bleiben weiß. Es ist auffällig, dass insbesondere die Softwareumgebung auf dem Endgerät je nach Client-Typ unterschiedlich ausgestaltet seien muss: Thin- und Fat-Client-Anwendungen be-

[106] In Anlehnung an Blom et al. 2008, S. 133.

nötigen hier im besten Fall nur ein Betriebssystem, während bei Web-Client-Anwendungen ein Webbrowser, ggf. erweitert durch Plugins, nötig ist. Aber auch Fat-Client-Anwendungen, die auf Java oder dem .NET Compact-Framework aufsetzen, sind von der Existenz entsprechende Laufzeitumgebungen abhängig.

Will man sich für eine konkrete Lastverteilungsvariante entscheiden, so müssen zwei Objekte betrachtet werden: Die zu implementierende Anwendung und das Umfeld, in dem diese Anwendung eingesetzt werden wird. Aus den Eigenschaften der Anwendung und den Rahmenbedingungen ihres Einsatzes lassen sich mögliche Anforderungen ableiten (vgl. Blom et al. 2008, S. 132ff.; Maaß/Pietsch 2009, S. 1446ff.; Höß et al. 2005, S. 131ff; Henze 2010, S. 15ff.):

		❷ Einschränkung basiert auf	
		Endgerät und Funknetz	*Lastverteilungsvariante*
❶ Entscheidung anhand von	*Anwendung*	- Hohe Datenmenge zu speichern/verarbeiten - Viele Rechenoperationen notwendig	- Schnelle Ausführung des Clients notwendig - Zugriff auf lokale APIs notwendig - Gleiche Benutzungsoberfläche wie Betriebssystem nötig - Schnelle Entwicklung nötig - Nutzung ohne Installation möglich - Über AppStore verbreitbar
	Umfeld	Einsatz an Orten mit schwankender Netzwerkanbindung	Verschiedene Betriebssysteme im Einsatz

Abbildung 84: Klassifizierung von Anforderungen aufgrund von Anwendung und Umfeld[107]

Anwendungen können unterschiedlich viele Daten verarbeiten und Rechenoperationen durchführen. Bei einzelnen Anwendungen kann es auf die Reaktionszeit der Clientsoftware und damit auf eine schnelle Ausführung ankommen. Anwendungen müssen ggf. auf lokale APIs zugreifen können, um Daten von GPS-Empfängern, Lagesensoren, Magnetometern und Ähnlichem auslesen zu können. Ebenso kann eine optische und benutzungstechnische Eingliederung in das Betriebssystem oder eine kurze Entwicklungszeit benötigt werden. Auch die Verbreitung der Anwendung über den Betriebssystemhersteller-eigenen AppStore kann nötig sein, um z. B. B2C-Anwendungen überhaupt erst sinnvoll vertreiben zu können. Andererseits kann es aber auch nützlich sein, die Anwendung vor der

107 Nach: Blom et al. 2008, S. 132ff.; Maaß/Pietsch 2009, S. 1446ff.; Höß et al. 2005, S. 131ff; Henze 2010, S. 15ff.

Verwendung nicht installieren zu müssen – beispielsweise bei nur einmal genutzten Anwendungen wie lokalen Informationssystemen.

Das *Nutzungsumfeld* wird vor allem durch zwei Kriterien definiert: Zum einen kann es sein, dass eine Anwendung nur auf einem einzigen Betriebssystem ablauffähig sein muss – oder eben auf möglichst vielen verschiedenen. Zum anderen kann der Einsatzort berechenbar und gut mit Funknetzen versorgt sein (z. B. Lagerverwaltungsprogramm) oder vollständig unbekannt sein.

Die oben genannten möglichen Anforderungen ergeben sich zum Teil aus den in Abschnitt 8.2 genannten technischen Einschränkungen der mobilen Endgeräte und Funknetze, zum anderen aus den Besonderheiten der Architekturmodelle (vgl. die Abschnitte 8.2.1-8.2.3). Die Anforderungen lassen sich anhand dessen in Kategorien einteilen, wie Abbildung 84 zeigt.

Eine tendenzielle Bewertung der drei Architekturvarianten anhand der Anforderungen zeigt Tabelle 33. Dabei können Bewertungen je nach eingesetzter Zusatztechnologie oder Subvariante differieren; wichtige Unterscheidungen sind mit Fußnoten gekennzeichnet. Die Entscheidung für eine konkrete Lastverteilungsvariante kann somit erst nach genauer Betrachtung der jeweiligen Anwendung und des konkreten Einsatzumfelds erfolgen. Die Bewertungstabelle gibt aber zumindest Indizien für die Beurteilung in einem speziellen Fall.

Tabelle 33: Tendenzielle Bewertung von Lastverteilungsvarianten[108]

Bezugsobjekt	Einschränkung aufgrund	Anforderung	Thin-Client	Web-Client	Fat-Client
Anwendung	Endgerät und Funknetz	Hohe Datenmenge zu speichern/verarbeiten	++	++	-[109]/--
		Viele Rechenoperationen notwendig	++	++	--
	Lastverteilungs-variante	Schnelle Ausführung des Clients notwendig	--	+/++	++
		Zugriff auf lokale APIs notwendig	-	-/++[110]	++
		Gleiche Benutzungs-oberfläche wie Betriebssystem nötig	--	--/++[111]	++
		Schnelle Entwicklung nötig	+	++	-
		Nutzung ohne Installation möglich	+	++	--
		Über AppStore verbreitbar	--	--	++
Nutzungs-umfeld	Endgerät und Funknetz	Einsatz an Orten mit schwankender Netzwerkanbindung	--	-/+[112]	++
	Lastverteilungs-variante	Verschiedene Betriebssysteme im Einsatz	-	++	--

[108] Nach: Blom et al. 2008, S. 132ff.; Maaß/Pietsch 2009, S. 1446ff.; Henze 2010, S. 15ff.; Höß et al. 2005, S. 131ff; Skala von -- bis ++.

[109] Bei nomadischer Synchronisation der Daten und damit dem Verzicht auf kontinuierliche Aktualisierung.

[110] Bei Einsatz eines herstellerspezifischen SDK bzw. einem Produkt, welches diese vereint. SDKs geben Zugriff auf APIs der Betriebssysteme, mit denen beispielsweise der Zugriff auf GPS-Receiver oder Magnetometer möglich wird.

[111] Bei Einsatz eines herstellerspezifischen SDK bzw. einem Produkt, welches diese vereint. SDKs ermöglichen von Usability und grafischer Darstellung her zum zugrundeliegenden Betriebssystem ähnliche Anwendungen zu entwickeln.

[112] Bei Einsatz von Google Gears oder HTML5, um Daten lokal auf dem mobilen Endgerät speichern zu können.

8.3 Lösungsbeitrag webbasierter Architekturen

Webbasierte Anwendungen werden nicht in AppStores der Betriebssystemhersteller hinterlegt und lokal installiert, sondern über Suchmaschinen und Portale gefunden und im Menü des Betriebssystems verlinkt. Mit der Aktivierung dieser Verknüpfung wird ein Webbrowser gestartet, die Anwendung aus dem WWW abgerufen und ausgeführt. Die speziellen Anforderungen von Unternehmen, insbesondere im Bereich der Sicherheit (vgl. techconsult 2003, S. 60) lassen sich auch mit dieser Art von Anwendungen erfüllen – Abbildung 85 zeigt die dafür notwendigen Komponenten.

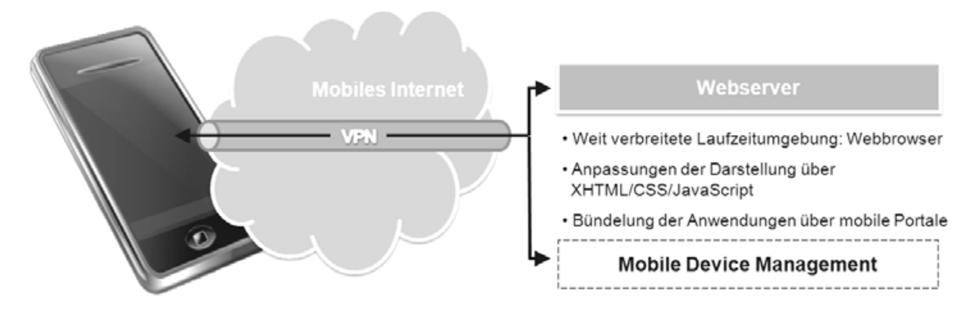


Abbildung 85: Webbasierte Anwendungen auf mobilen Endgeräten im B2B-Bereich

Der Webbrowser dient in diesem Fall als *Laufzeitumgebung*[113] für Anwendungen (vgl. Taivalsaari et al. 2008, S. 1) und insbesondere die im stationären Bereich entwickelten Sprachen XHTML, CSS und JavaScript ermöglichen die Anpassung der Webseiten an das Endgerät des Nutzers. Im stationären World Wide Web sind diese als plattformübergreifender Standard zur Darstellung von Informationen weit akzeptiert; nur wenige Webseiten können dort nicht auf nahezu allen Endgeräten und Softwareplattformen angezeigt werden.

Im Unternehmenskontext können *Portale* für mobile Endgeräte das Auffinden und Nutzen von Applikationen vereinfachen. Durch die Verwendung von TCP/IP als Grundlagenprotokoll kann zudem eine Verschlüsselung des Datenverkehrs über Virtual Private Networks (VPN) erfolgen und somit die *Sicherheit* von Unternehmensdaten auf dem Transportweg gewährleistet werden. Grundlage dessen ist im Unternehmenskontext die *Verwaltung von Endgeräten* und Möglichkeiten der entfernten Sperrung von Geräten und Löschung von Daten mit so genannten Mobile Device Management-Systemen (MDM, vgl. Abschnitt 7.3.2.1).

Im Nachfolgenden wird untersucht, welchen Beitrag webbasierte Anwendungen zu den Problemfeldern des mobilen Internets leisten können, welche Heraus-

---

113 Eine Ausnahme bilden W3C Widgets als Spezialform mobiler Webanwendungen mit limitiertem Funktionsumfang (vgl. Fling 2009, S. 73). Diese laufen in einer Webbrowser-ähnlichen Laufzeitumgebung, der Widget Engine ab (vgl. Schäfer/Christmann/Hagenhoff 2011, S. 115ff.).

forderungen bestehen und welche Lösungsansätze denkbar sind. *Lösungsbeiträge* entstehen hierbei durch zwei zentrale Effekte:

> Der Webbrowser stellt eine *Abstraktionsschicht* zwischen Betriebssystem und Anwendung dar (vgl. Abbildung 86). Webbrowser sind in der Regel auf mobilen Endgeräten verfügbar, dies ist auch ein wichtiger Unterschied zur plattformunabhängigen Entwicklung in Java: Virtuelle Maschinen für diese Sprachen sind nicht immer verfügbar, bzw. nicht immer vorinstalliert (vgl. Victor/Vandewoude/Berbers 2006, S. 367ff.).

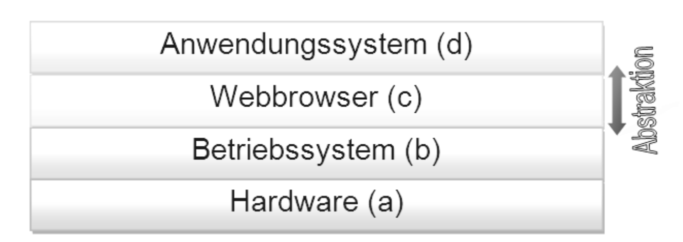


Abbildung 86: Abstraktion durch Nutzung eines Webbrowsers als Laufzeitumgebung

> *Standardisierung* erfolgt durch die Nutzung der im stationären Bereich marktdominanten Protokolle und Sprachen, allen voran TCP/IP und HTTP(S) (Datenübertragung), (X)HTML (Seitenbeschreibung), Cascading Style Sheets (CSS, Formatierung) und JavaScript (clientseitige Logik). Diese haben sich im stationären Web als gute Basis erwiesen, um Internetseiten auf die Eigenheiten von Endgeräten hin anzupassen (vgl. W3C 1999). Ebenso gibt es – im Vergleich zu nur in Nischen genutzten Programmiersprachen wie Objective-C – viele erfahrene Entwickler. Im World Wide Web haben sich zudem auch Medienformate durchgesetzt, die als Standard auch auf mobilen Endgeräten dienen können (z. B. PDF, MP3, MPEG).

Die Nutzung webbasierter Architekturen hat ökonomische Folgen, die sich zentral auf drei Stakeholder der mobilen Wertschöpfungskette auswirken:
Contentanbieter: Durch die Standardisierung von Formaten – insbesondere zur Darstellung von Webseiten und Mediendateien – wird die Entwicklung und die Distribution von Medien vereinfacht. Hierdurch steigt die Wirtschaftlichkeit dieser Produkte.

Anwendungsentwickler: Die Abstraktion der Anwendungen von den Betriebssystemen (vgl. Abbildung 86) führt zu der Möglichkeit, plattformunabhängige Applikationen für mobile Endgeräte zu entwickeln. Solche Anwendungen können nicht nur an die Nutzer eines Betriebssystems verkauft werden, wie es bei nativen Anwendungen der Fall ist. Die Anzahl der potentiellen Kunden ist somit höher. Die

Entwicklung von mobilen Anwendungen kann hierdurch teilweise erst wirtschaftlich werden. Durch die Nutzung von weit verbreiteten Webtechnologien können leicht Entwickler engagiert werden.

Einsetzendes Unternehmen: Standardisierung und Abstraktion führen hier zu einem größeren Markt an verfügbaren Anwendungen und Inhalten. Darüber hinaus werden Lock-In-Effekte (vgl. Shapiro/Varian 1998, S. 103ff.) auf einzelne Betriebssystemen reduziert, was insbesondere im Unternehmensbereich zu Investitionssicherheit führt. Aufgrund der nun nicht mehr notwendigen Beschränkung auf einzelne Betriebssysteme sind Unternehmen bei der Wahl von Endgeräten freier, was dazu führt, dass ein zum Mitarbeiter passendes Endgerät und Betriebssystem gewählt werden kann und somit die Arbeit mit dem Gerät tendenziell erleichtert wird.

Da Webanwendungen nicht lokal installiert werden müssen, entfällt das Problem der Softwaredistribution (vgl. Taivalsaari et al. 2008, S. 18). Auch Softwareupdates der Anwendungssysteme sind auf dem Endgerät nicht mehr vorzunehmen, sie können zentral erfolgen. Stattdessen ist aber auf die Sicherheit des Webbrowsers besonders zu achten, da dieser auch vielfältige Sicherheitslücken aufweisen kann (vgl. Ioannidis/Bellovin 2001, S. 127ff.). Gleichzeitig lösen webbasierte Anwendungen teilweise indirekt Fragen der Datensicherheit (siehe Interaktionseffekt in Abbildung 87): Da auf dem Endgerät nur ein Zugangscode gespeichert wird, kann dieser zentral deaktiviert werden, wenn das Gerät verloren geht. Sicherheitsproblematiken aufgrund nicht aktualisierter Software entfallen größtenteils, da die Software nicht mehr lokal installiert ist und zentral gewartet werden kann. Adobe (2011) fasst die Vorteile von webbasierten Lösungen wie folgt zusammen: *„The browser has become the preferred way for delivering many applications because it allows easy deployment across operating systems and simplified application maintenance. Plus, the modern programming languages used in the browser enable rapid application design and development"*.

8.4 Herausforderungen webbasierter Anwendungen für das mobile Internet

Bei einer systematischen Betrachtung des in Abbildung 85 dargestellten Modells der Nutzung einer webbasierten Anwendung auf einem mobilen Endgerät, lassen sich anhand der notwendigen Komponenten (Hardware [a], Betriebssystem [b], Laufzeitumgebung [c] und Anwendungssystem [d]; vgl. Abbildung 29) sechs Problemfelder für die Anwendungsentwicklung und -nutzung identifizieren. Diese Problemfelder treten unabhängig davon auf, ob es sich bei der Anwendung um eine B2B- oder B2C-Anwendung handelt. Sie sind in Abbildung 87 abgetragen.

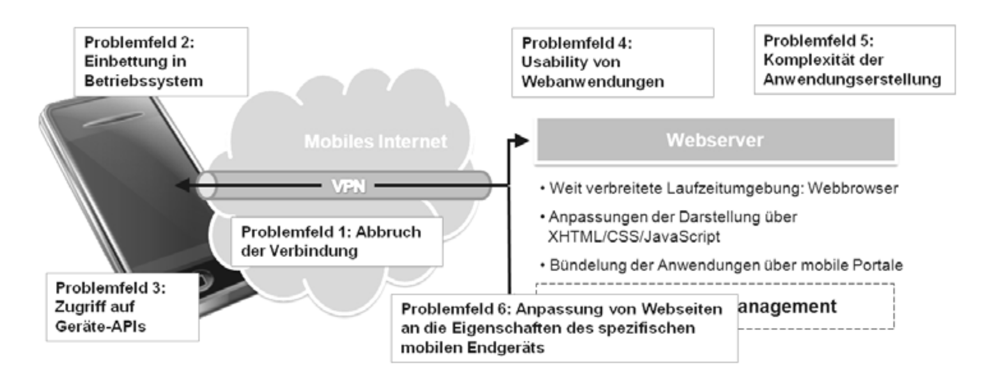


Abbildung 87: Bestehende Problemfelder bei Webanwendungen auf mobilen Endgeräten

Resultierend aus der Datenübertragung [a] des Endgeräts über ein Mobilfunknetz, kann es zu einem *Abbruch der Netzwerkverbindung* (1) kommen. Werden keine weiteren Vorkehrungen getroffen, so ist die Anwendung bis zum erneuten Erreichen eines mit Mobilfunk versorgten Gebietes nicht mehr nutzbar.



Abbildung 88: Darstellung einer nativen und einer webbasierten Anwendung[114]

Ein weiteres Problemfeld ist die *Einbettung ins Betriebssystem* (2)[b]: Webbasierte Anwendungen laufen im Webbrowser ab, dessen Steuerelemente sind in der Regel sichtbar und schränken den zur Verfügung stehenden Displayplatz ein (vgl. Abbildung 88). Darüber hinaus sind mit diesen Interaktionen mit dem Webserver

114 Facebook auf dem Apple iPhone: Links die native Anwendung, rechts die webbasierte Anwendung im Webbrowser Safari – oben und unten befinden sich Steuerelemente, die nicht zur Anwendung selbst gehören.

möglich, die eventuell nicht erwünscht sind (z. B. vor- und zurückblättern). Außerdem soll die webbasierte Anwendung wie eine normale Anwendung aus dem Startmenü aufgerufen werden können, was derzeit teilweise nicht der Fall ist.

Problematisch ist bei Webanwendungen auch der *Zugriff auf Geräte-APIs* (3)[c]. Mobile Endgeräte verfügen häufig über GPS-Empfänger, Magnetometer, Bluetooth-Geräte und Ähnliches. Der Zugriff darauf ist für native Anwendungen meist über APIs möglich. Da webbasierte Anwendungen jedoch nicht direkt mit dem Betriebssystem kommunizieren, ist dies nicht möglich.

Ein vom mobilen Nutzungskontext losgelöstes Problem, ist die *Usability von Webanwendungen* (4)[d]. Klassisch konstruierte Webanwendungen sind von der Handhabung und Reaktionszeit her im Vergleich zu nativen Anwendungen deutlich nachteilhaft. Sie folgen einem synchronen Webmodell, das eine kontinuierlich abwechselnde Kommunikation zwischen Webbrowser und Webserver erfordert und zu einem regelmäßigen vollständigen Rendern[115] der Seiten im Webbrowser führt.

Tabelle 34: Zuordnung von Problemfeldern zu Endgerätekomponenten

Endgerätkomponente	Problemfeld
Hardware [a]	Abbruch der Netzwerkverbindung (1)
	Anpassung der Webseiten an die Eigenschaften des spezifischen Endgeräts (6)
Betriebssystem [b]	Einbettung ins Betriebssystem (2)
Laufzeitumgebung (Webbrowser) [c]	Zugriff auf Geräte-APIs (3)
Anwendungssystem [d]	Usability von Webanwendungen (4)
	Komplexität in der Anwendungserstellung (5)

Webbasierte Anwendungen [d] sind verteilte Anwendungen, die schwieriger zu entwickeln sind als nicht-verteilte Anwendungen. Es besteht eine hohe *Komplexität in der Anwendungserstellung* (5): Teile der Applikation laufen im Webbrowser, Teile auf dem Webserver ab. Eine durchgängige Fehleranalyse ist deshalb nur eingeschränkt möglich. Zudem muss die Anwendung für verschiedene Endgeräte optimiert werden, was zu erhöhtem Entwicklungsaufwand führt.

---

115 Rendern bezeichnet den Vorgang der grafischen Darstellung von Webseiten im Webbrowser. Dabei interpretiert der Webbrowser den Quellcode der Seite und erzeugt daraus die Darstellung.

Die *Anpassung der Webseiten an die Eigenschaften des spezifischen Endgeräts* (6) ist eine direkte Folge der Heterogenität im mobilen Internet [a]. Webseiten müssen in mehreren Dimensionen (Darstellung, Inhalt, Navigation) optimiert werden, um eine möglichst komfortable Nutzung zu gewährleisten. Dazu müssen das konkrete Endgerät jedoch ggf. erst einmal identifiziert und seine konkreten Eigenschaften ermittelt werden.

Die vorgenannten Problemfelder (eine Zuordnung zu den Komponenten des mobilen Internets zeigt Tabelle 34) erschweren die Umsetzung von Anwendungen für mobile Endgeräte auf Basis von Webtechnologien. Es existieren jedoch – sowohl im stationären als auch im mobilen Bereich – bereits Lösungsansätze in Form von Standards oder Softwarekomponenten, um diese Problemfelder zu bearbeiten. Diese werden im nachfolgenden Kapitel diskutiert, um abschätzen zu können, ob diese Probleme auch in Zukunft bestehen werden.

8.4.1 Abbruch der Verbindung

Um bei einem Abbruch der Netzwerkverbindung weiterarbeiten zu können, muss die Laufzeitumgebung – in diesem Fall der Webbrowser – Möglichkeiten vorsehen, um zum einen die Anwendung selbst zwischenzuspeichern und lauffähig zu halten und zum anderen eine lokale Datenspeicherung für Anwendungsdaten zu gewährleisten. Da dies nicht zu den originären Aufgaben eines Webbrowsers zählt (vgl. Abschnitt 2.1.4.5), sind in der Vergangenheit zwei Arten von Softwarekomponenten hierfür entstanden: Eigenständige Laufzeitumgebungen (a), die auf Webbrowsern basieren und Plugins für Webbrowser (b).

Adobe AIR (a) ist eine für mehrere stationäre Betriebssysteme verfügbare Laufzeitumgebung, die es ermöglicht, Rich Internet Applications auf dem Desktop ablaufen zu lassen (vgl. Young/Givens/Gianninas 2009, S. 11; Adobe 2011a). Neben weiteren Funktionalitäten (vgl. Adobe 2011b), ermöglicht Adobe AIR den Weiterbetrieb einer Webanwendung bei fehlender Verbindung. Dazu können Webanwendungen unbegrenzt lokal Daten speichern, ihnen steht eine Datenbank zur Verfügung, welche auch verschlüsselt werden kann (vgl. Pfeil 2009, S. 283ff., Ehrenstein 2009, S. 313ff., Adobe 2011). Dazu muss jedoch die Laufzeitumgebung lokal installiert sein (vgl. Taivalsaari et al. 2008, S. 4f.). AIR löst somit das Problem des Verbindungsabbruchs im stationären Internet, an einer Unterstützung mobiler Endgeräte arbeitet Adobe zurzeit (vgl. Adobe 2011c).

Google Gears (b) ist ein Webbrowser-Plugin, das über eine JavaScript-Bibliothek genutzt werden kann (vgl. Koch 2009, S. 357ff.; Google 2011). Webanwendungsentwickler können diese Bibliothek einbinden, um verschiedenste Funktionalitäten (z. B. Lokalisierung, lokale Datenspeicherung) nutzen zu können (vgl. Taivalsaari et al. 2008, S. 5). Verwendbar sind Gears-integrierende Anwendungen auf PCs oder mobilen Endgeräten mit Windows Mobile/Phone (vgl. Google 2011a) oder Android (vgl. Google 2011b). Für den Umgang mit Verbindungsabbrüchen stellt Gears zwei Module zur Verfügung: Die LocalServer API und die Database API.

Die LocalServer API ermöglicht, HTTP-Abfragen lokal zu beantworten. Dazu werden alle HTTP/HTTPS-Anfragen der Anwendung abgefangen und mit Ressourcen des lokalen Rechners beantwortet (vgl. Google 2011c). Die Database API ermöglicht die lokale Speicherung von Daten in einer Datenbank (vgl. Google 2011d). Gears kann somit auf einzelnen mobilen Betriebssystemen das diskutierte Problem bereits lösen.

Beide Komponenten werden in Zukunft durch einen Standard des World Wide Web Consortiums (W3C) voraussichtlich obsolet: *HTML5*. Er wird die bisherigen W3C-Standards HTML und XHTML ablösen (vgl. Förster/Öggl 2011, S. 32; W3C 2010). HTML5 wird von der Web Hypertext Application Technology Working Group (WHATWG) entwickelt und parallel bereits teilweise in Webbrowsern implementiert (vgl. Apple 2010; Lobacher 2008, S. 289ff.). Zum Umgang mit unterbrochenen Verbindungen stellt HTML5 drei Funktionalitäten bereit: Eine per JavaScript ansprechbare Datenbank, die Speicherung von Daten auf dem lokalen Endgerät („Webstorage“, vgl. Förster/Öggl 2011, S. 232ff.) und einen HTTP-Cache (vgl. Förster/Öggl 2011, S. 231f.; W3C 2008). Als Datenbank kommt eine im Webbrowser integrierte SQLite-Datenbank (siehe oben, vgl. SQLite 2010) zum Einsatz. Die lokale Datenspeicherung ermöglicht das Ablegen von Daten während der aktuellen Nutzung („sessionStorage“) oder persistent („localStorage“, vgl. Lubbers/Albers/Salim 2010, S. 219). Zur Nutzung des HTTP-Caches wird ein Cache-Manifest angelegt, welches definiert, welche Ressourcen (Bilder, Videos, etc.) und Skripte in einem Cache zwischengespeichert werden sollen. Ist das Endgerät nicht mehr online, werden HTTP-Anfragen an diese Ressourcen aus dem Cache beantwortet (vgl. Kröner 2011, S. 231ff.; W3C 2008).

Die Umsetzung einer Offlinefähigkeit in webbasierten Anwendungen für mobile Endgeräte ist somit gegenwärtig teilweise bereits möglich, erfordert aber ggf. noch Zusatzkomponenten.

8.4.2 Einbettung in das Betriebssystem

Um webbasierte Anwendungen optisch genauso ins Betriebssystem einzubinden wie native Anwendungen, sind zwei Schritte notwendig: Zum einen muss die Webanwendung aus dem Menü des Endgeräts aufgerufen werden können, dies kann durch das Betriebssystem selbst oder eine ergänzende Anwendung erfolgen, die die Webanwendung kapselt. Zum anderen muss die webbasierte Anwendung so ausgeführt werden, dass der Webbrowser als Laufzeitumgebung nicht ersichtlich ist, insbesondere die Steuerelemente des Webbrowsers nicht verfügbar sind. Es gibt verschiedene Wege dies zu realisieren, die im Nachfolgenden vorgestellt werden: Webbasierte Anwendungen können direkt vom Betriebssystem unterstützt (a) oder von einer nativen Anwendung gekapselt (b) werden.

Bei der Unterstützung von Webtechnologien sind zwei Betriebssysteme als Vorreiter zu sehen (a): Bei HP *webOS* (vgl. Beier/Linke/Schulz 2010, S. 94f.) wer-

den Anwendungen grundsätzlich mit Standard-Webtechnologien programmiert und laufen in einer lokalen Umgebung, dem UI System Manager (vgl. Allen 2009, S. 3f.). Dadurch sind sie in das Betriebssystem eingebettet und haben z. B. Zugriff auf lokale Dienste und Daten (vgl. Allen 2009, S. 1ff; Palm 2011). Für *iOS* hatte Apple diese Art der Anwendungsimplementierung ursprünglich ebenfalls vorgesehen, musste dann jedoch auf Entwicklerdruck noch eine Anwendungsentwicklung mit Objective-C zulassen, welche sich zur Standardentwicklungsmöglichkeit für iOS entwickelt hat (vgl. Lobacher 2008, S. 18f.). Bei iOS können Webanwendungen im Startmenü verlinkt werden und durch spezielle Meta-Tags im Webbrowser ohne Anzeige der Webbrowser-Steuerelemente ablaufen.

Das Kapseln einer Webanwendung (b) kann durch die in Abschnitt 8.4.1 bereits vorgestellte Laufzeitumgebung *Adobe AIR* erfolgen. Sie läuft dann in einem – dem lokalen Betriebssystem angepassten – Anwendungsfenster ab, welches optisch nicht an einen Webbrowser erinnert (vgl. Ehrenstein 2009, S. 183ff.). Die Anwendungen können ganz normal mit Desktop- oder Startmenü-Icons aufgerufen werden. Sie haben zudem Zugriff auf das Dateisystem, die Zwischenablage, können Benachrichtigungen in der Betriebssystemleiste darstellen und Drag-and-Drop verwenden (vgl. Pfeil 2009, S. 301ff., Adobe 2011).

> *Eine nahtlose Einbettung webbasierter Anwendungen in mobile Betriebssysteme ist auf diesen beiden Wegen gut möglich. Allerdings sind diese noch nicht für alle mobilen Betriebssysteme verfügbar.*

8.4.3 Zugriff auf Geräte-APIs

Da der Webbrowser eine Abstraktionsschicht zwischen Betriebssystem und Webanwendung darstellt, muss dieser ermöglichen, Daten von Geräten wie GPS-Receivern, Magnetometern, Lagesensoren oder ähnlichen in Smartphones verbauten Komponenten abzurufen. Um dies zu gewährleisten, können unabhängige Standards (a) geschaffen werden, die in Webbrowsern zu implementieren sind. Eine zweite Möglichkeit sind Betriebssystemhersteller-spezifische Schnittstellen (b), die gekapselt werden müssen, um plattformunabhängige Anwendungen damit realisieren zu können.

Ein weit verbreiteter, unabhängiger Standard (a) existiert für die Ermittlung der geografischen Position eines Endgeräts: Das W3C *Geolocation API* (vgl. Christmann/Becker/Hagenhoff 2012, S. 29). Dieser Standard wird in Webbrowsern umgesetzt und ermittelt den Standort über GPS, IP-Adresse, RFID, verfügbare WLAN-Netze, in der Nähe befindliche Bluetooth-Geräte (via MAC-Adresse) oder Funknetzzellen (GSM und CDMA). Webseiten können einmalig die Adresse abfragen oder kontinuierlich Updates erhalten (vgl. Lubbers/Albers/Salim 2010, S. 96). *HTML5* (vgl. Abschnitt 8.4.1) beinhaltet ebenfalls APIs für den Zugriff auf Endgeräteschnittstellen, beispielsweise zum Zugriff auf Lagesensoren oder auf Daten die in betriebssystemnahen Anwendungen gespeichert werden, wie z. B.

Kontakte oder Termine. Diese APIs sind jedoch bisher kaum in Webbrowsern realisiert.

Die Betriebssystemhersteller-spezifischen Schnittstellen (b) sind hochgradig unterschiedlich. Bei HP webOS stehen, wie in Abschnitt 8.4.2 erläutert, Möglichkeiten zur Verfügung, um auf lokal gespeicherte Daten zuzugreifen, Telefoniefunktionen zu nutzen und auf die Kamera des Endgeräts zuzugreifen (vgl. Allen 2009, S. 198ff.; Palm 2010). Bei Apple iOS können über JavaScript oder (X)HTML-Tags die aktuelle Ausrichtung des Endgeräts (Hoch- oder Querformat) abgefragt und ermittelt werden, ob die Anwendung im Vollbildmodus läuft. Zudem können die Daten des Lagesensors abgerufen, Anwendungen gestartet, Rufnummern angewählt und die Inhalte der virtuellen Tastatur bei Eingabefeldern festgelegt werden (vgl. Apple 2010a; Lobacher 2008, S. 187ff.). Beim BlackBerry-Browser können die Ausrichtung ermittelt, der Zoom-Level manipuliert und Geokoordinaten abgefragt werden (vgl. RIM 2009, RIM 2009a, RIM 2008). Mit der neuesten BlackBerry-Version können Webanwendungen über die Entwicklungstechnologie „WebWorks“ Daten lokal speichern, auf PIM-Daten zugreifen und Push-Daten empfangen (vgl. RIM 2011d).

Wenn für den Zugriff auf Endgerätefunktionalitäten jeweils eigene Schnittstellen pro Webbrowser oder Betriebssystem bestehen, so ist es sinnvoll, den Zugriff auf solche Schnittstellen in einer Middleware zu kapseln. Entwickler rufen dann die Schnittstellen dieser Zwischenanwendung auf, die – je nach aktuellem Endgerät – die richtige spezifische Schnittstelle bedient. Ein Beispiel hierfür ist das „geolocation-javascript“ (vgl. Wiechers 2011). Es kapselt den Zugriff auf Geokoordinaten bei Endgeräten mit iOS, BlackBerry OS, Nokia Web Run-Time (z. B. Nokia N97), webOS (z. B. Palm Pre) und Webbrowsern mit Google Gears-Support (vgl. Abschnitt 8.4.1, Wiechers 2011).

Der Zugriff auf Geräte-APIs über den Webbrowser ist teilweise bereits möglich und dies wird sich in Zukunft mit den Standards des W3C voraussichtlich kontinuierlich verbessern. Derzeit stellt die Kapselung von Betriebssystemhersteller-spezifischen Schnittstellen eine Herausforderung dar, die jedoch wie gezeigt durch Middleware bewältigt werden kann.

8.4.4 Usability

Klassische Web-Anwendungen haben eine deutlich schlechtere Usability als native Anwendungen. Um dies zu verbessern, existieren verschiedene Technologien, die Webanwendungen qualitativ an native Anwendungen annähern. Eine bessere Oberflächengestaltung und Reaktionszeit kann durch RIA-Technologien erzielt werden. Dazu muss wahlweise ein Plugin im Webbrowser (a) vorhanden sein oder JavaScript (b) als Basis genutzt werden; letzteres ist auch Teil des Technologiebündels AJAX. Weitere Verbesserungen des Webbrowsers selbst entstehen mit neuen Standards (c), die in Webbrowsern umgesetzt werden.

In Abschnitt 8.2.2 wurde bereits erläutert, dass vielfältige konkurrierende Technologien zur Erstellung von dynamischen Oberflächen in Webbrowsern existieren. Diese ermöglichen eine komfortable Interaktion mit dem Nutzer, erfordern aber das Vorhandensein eines *Plugins* (a) im Webbrowser. Plugins müssen für eine plattformunabhängige Anwendungsentwicklung somit auf möglichst alle Plattformen portiert werden und verbrauchen zusätzlichen Arbeitsspeicher. Problematisch wird die Notwendigkeit eines Plugins insbesondere dann, wenn z. B. einzelne Betriebssystemhersteller gezielt Plugins boykottieren, wie beispielsweise im Fall von Apple und Adobe Flash (vgl. Jobs 2010).

Eine Alternative hierzu ist *JavaScript* (b), welches im Gegensatz zu Plugin-basierten RIA-Technologien in der Regel von Webbrowsern nativ unterstützt wird (vgl. Stein 1997, S. 571; Vander Veer 1997, S. 27ff.). Es handelt sich dabei um eine Skriptsprache von Netscape und Sun Microsystems aus dem Jahr 1995 (vgl. Rieber 2009, S. 497f.). Sie wird im Webbrowser ausgeführt und mit ihr können, während eine Webseite geladen ist, Veränderungen an dieser Seite dynamisch durchgeführt werden. JavaScript-Skripte können durch generelle Events oder durch Button- und Tastendrücke ausgelöst werden (vgl. Münz 2007). JavaScript ist zudem Teil des Technologiebündels Asynchronous JavaScript and XML (AJAX, vgl. Garrett 2005; zum Diskurs zur Schreibweise siehe Exkurs), welches JavaScript mit serverseitigem Skripting, XHTML, CSS, XML, dem Document Object Model (DOM) und einer speziellen JavaScript-Klasse, XmlHttpRequest, kombiniert (vgl. Abbildung 89).

In einer in XHTML verfassten und mit CSS formatierten Seite kann ein JavaScript dann eine XML-Datei (über die JavaScript-Klasse XmlHttpRequest) an einen Webserver übertragen. Dort erstellen serverseitige Skripte eine Antwort und übermitteln sie zurück an das JavaScript.

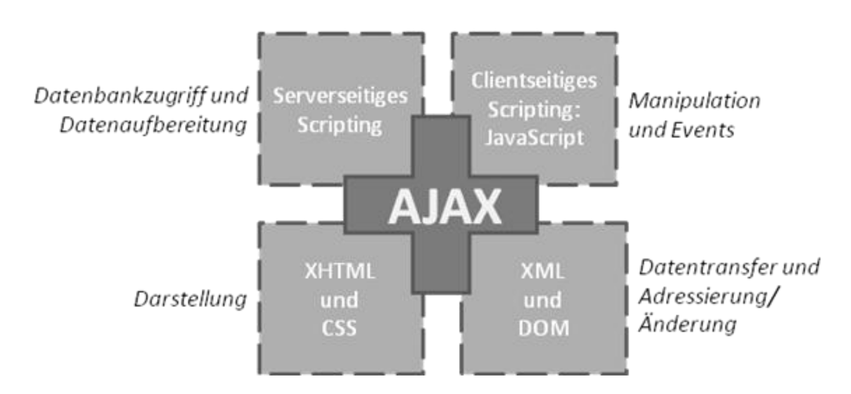


Abbildung 89: Komponenten des Technologiebündels AJAX

Dieses kann enthaltene Informationen in die aktuell geladene Webseite über das DOM einbauen, da darüber jedes Element einer geladenen Seite adressiert und verändert werden kann. Hierdurch wird ein asynchrones Webkonzept (vgl. Koch

2009, S. 334) möglich, bei dem der Webbrowser jederzeit Informationen nachladen kann (vgl. Eernisse 2006, S. 4ff.) und Webseiten so deutlich benutzerfreundlicher werden.

Die Usability von Webanwendungen kann auch durch den bereits in Abschnitt 8.4.1 geschilderte Standard *HTML5* (c) verbessert werden. Er definiert im Vergleich zu HTML und XHTML eine Vielzahl von neuen Eingabetypen, wie z. B. Nummer, Farbe, Telefon, URL, E-Mail oder Datum (vgl. Pilgrim 2010, S. 25f.). Für diese können mobile Endgeräte die Eingabemöglichkeiten optimieren, in dem sie die Felder virtueller Tastaturen an den Eingabetyp anpassen oder spezielle Auswahlelemente zur Farb- oder Datumswahl bereitstellen. Ebenso können Eingaben durch die genauere Angabe des Inhaltstyps durch den Webbrowser auf ihre inhaltliche Korrektheit geprüft werden (vgl. Förster/Öggl 2011, S. 56).

Eine weitere Komponente, die die Usability von Webanwendungen erhöht, ist die Drag-and-Drop-API. Diese ermöglicht, dass beliebige Inhalte einer Webseite (bspw. mit dem Finger bei einem Endgerät mit Touchscreen) verschoben werden können – wenn der Webentwickler dies zulässt (vgl. Prevezanos 2010, S. 229; Förster/Öggl 2011, S. 313). Hiermit können sich Webanwendungen weiter dem Look & Feel von Desktopanwendungen annähern.

Webanwendungen – auch im mobilen Internet – lassen sich nutzerfreundlich gestalten. Dies ist aufgrund der schlechteren Eingabemöglichkeiten im mobilen Internet auch als explizites Ziel zu sehen. Aufgrund der geringeren Speicherkapazitäten und der teilweisen Nichtverfügbarkeit von Plugins erscheint die Entwicklung auf Basis von JavaScript vorteilhaft; sie hat bereits eine große Verbreitung gefunden.

Exkurs: AJAX vs. Ajax

Während Garrett (2005) mit der Akronymschreibweise „AJAX" ein festes Technologiebündel mit JavaScript und XML als feststehenden Komponenten meint, sehen andere Autoren vor allem eine besondere Softwarearchitektur im gleichen Konzept (vgl. El Moussaoui/Zeppenfeld 2008, S. 33ff.; Jäger 2008, S. 7f.; Keith 2007, S. 4). Da JavaScript gegen beliebige andere clientseitige Skriptsprachen ausgetauscht werden kann und statt XML ebenfalls andere Formate wie z. B. JSON (vgl. Firtman 2010, S. 221; Crockford 2006) verwendet werden können, verwenden diese die Schreibweise „Ajax".

8.4.5 Komplexität der Anwendungserstellung

Die Herausforderungen in der Anwendungsentwicklung lassen sich in zwei Aspekte gliedern: Die Komplexität der Fehlersuche im Entwicklungsprozess und den Aufwand der Programmierung, insbesondere in Hinblick auf die vielfältigen Endgeräte und Betriebssysteme. Während die Fehlersuche ggf. höchstens durch entsprechende Entwicklungsumgebungen erleichtert werden kann, gibt es zwei zentrale Lösungsansätze, den Aufwand in der Entwicklung zu reduzieren: Eine komponentenbasierte Entwicklung (a) und eng damit verbunden, Frameworks (b).

Tabelle 35: Frameworks für mobile Webanwendungen

Name	Hersteller	Unterstützte Plattformen	Funktionalitäten
iUi (vgl. Gilligan 2011)	Open Source-Projekt	Keine Beschränkungen.	App-ähnliche Oberflächengestaltung
iWebKit (vgl. Plieger 2011)	Einzelperson	Keine Beschränkungen.	App-ähnliche Oberflächengestaltung
jQTouch (vgl. Kaneda 2011)	Einzelperson	WebKit-basierter Webbrowser.	App-ähnliche Oberflächengestaltung, Funktionalität der Entwicklungsbasis jQuery[116]
jQuery mobile (vgl. jQuery 2011a)	Open Source-Projekt	Keine Beschränkungen.	App-ähnliche Oberflächengestaltung, optimierte Darstellung für Tablets, Funktionalität der Entwicklungsbasis jQuery
Sencha Touch (vgl. Sencha 2011)	Sencha Inc.	WebKit-basierter Webbrowser.	App-ähnliche Oberflächengestaltung, optimierte Darstellung für Tablets, Datenabruf von Servern, lokale Datenspeicherung
WebApp.net (vgl. WebAppNet 2011)	Open Source-Projekt	Keine Beschränkungen.	App-ähnliche Oberflächengestaltung, Datenabruf von Servern

Die Entwicklung von Software aus vorgefertigten Bausteinen ist seit langem eine beliebte Methode (vgl. McIlroy 1969). *Softwarekomponenten* (a) bilden eine funktional abgeschlossene Einheit, sind ohne Kenntnis des Einsatzzweckes erstellbar, verfügen über wohl definierte Schnittstellen und einen überschaubaren Funktionsumfang (vgl. Balzert 1982, S. 45f.). Für das mobile Internet gibt es vielfältige Komponenten, die in Anwendungen ad hoc eingesetzt werden können: Kryptographiebibliotheken (z. B. jsCrypto, vgl. Stark/Hamburg/Boneh 2011), Komponenten zum Anzeigen von Werbebannern (z. B. AdMob, vgl. AdMob 2011), Zah-

[116] jQTouch und jQuery mobile nutzen die JavaScript-Bibliothek jQuery (vgl. jQuery 2011) als Basis. Diese stellt umfangreiche Funktionalitäten; beispielsweise zum Bearbeiten von Strings und Arrays oder zum Parsen von JSON- oder XML-Daten bereit.

lungsmethoden (z. B. Bango, vgl. Bango 2011) oder XML-Verarbeitungskomponenten (z. B. Coconut, vgl. SteelWheels 2011) sind verfügbar. Durch den Einsatz solcher Komponenten kann die Anwendungsentwicklung vereinfacht und beschleunigt werden.

Unter einem *Framework* (b) versteht man ein Grundgerüst für ein Anwendungssystem: Ein Framework ist eine halbfertige Anwendung, die Vorgaben in Sachen Struktur und Ablaufsteuerung einer Anwendung macht und Basisfunktionen bereitstellt. Durch die Implementierung von konkreten Klassen aus abstrakten Vorgaben entsteht die fertige Anwendung (vgl. Robra 2003, S. 69f., Buschmann et al. 2000, S. 427). Durch entsprechende Strukturvorgaben und Funktionalitäten – auch im Sinne von Softwarekomponenten – wird die Anwendungsentwicklung beschleunigt.

Derzeit verfügbare Frameworks fokussieren primär das Erzeugen einer App-ähnlichen Oberfläche, wie Tabelle 35 zeigt. Ein Framework, welches gezielt eine breite Funktionalität bietet oder gar auf den Geschäftskundenbereich fokussiert, ist bisher nicht zu finden.

Die Komplexität der Anwendungsentwicklung im mobilen Internet kann mit komponentenbasierter Anwendungsentwicklung gesenkt werden. Entsprechende Frameworks decken bisher aber nur Teilbereiche webbasierter mobiler Anwendungen ab.

8.4.6 Anpassung von Webseiten

Webseiten dienen als Basistechnologie für Webanwendungen auf mobilen Endgeräten. Sie müssen in mehreren Dimensionen an das Einsatzgebiet und das spezifische Endgerät, auf dem sie abgerufen werden, angepasst werden.

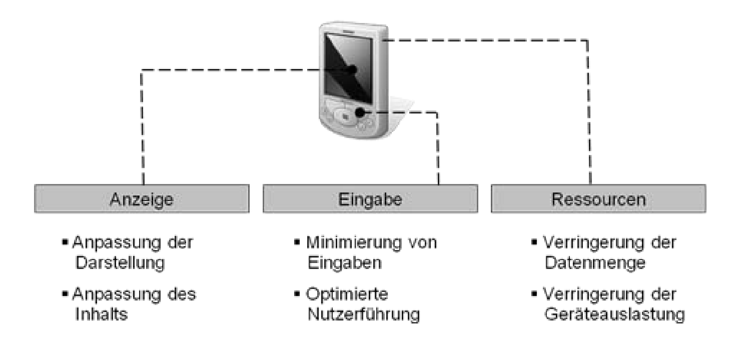


Abbildung 90: Anpassungsbedarf bei Webanwendungen für mobile Endgeräte

Den Anpassungsbedarf in den Bereichen „Anzeige“ (sowohl des Inhalts als auch der Anzeige), „Eingabe“ (gute Navigation, minimierte Eingaben) als auch „Ressourcen“ (Reduzierung der zu übertragenden Datenmenge und Geräteauslastung)

zeigt Abbildung 90. Im Nachfolgenden werden zunächst generelle Verfahren zum Anpassen von Webseiten für mobile Endgeräte vorgestellt und dann detailliert auf die serverseitige Anpassung für spezifische Endgeräte eingegangen.

Generelle Verfahren zum Anpassen von Webseiten für mobile Endgeräte

Will man Webseiten für die Nutzung auf mobilen Endgeräten optimieren, so ergeben sich nach Betrachtung der Webarchitektur (vgl. Abbildung 81) vier Anpassungsverfahren, die man danach unterscheiden kann, ob sie auf Client- oder Serverseite stattfinden und ob der Aufwand für die Optimierung bei Softwareentwicklern oder Websitebetreibern liegt (vgl. Abbildung 91, Christmann et al. 2009, S. 412).

Anpassungsort	Anpassung zu entwickeln durch: Softwareentwickler	Websitebetreiber
Client	**Browser** (a)	**Stylesheet** (b)
Server	**Proxy** (d)	**Webserver** (c)

Abbildung 91: Taxonomie der Optimierungsverfahren

Eine Webbrowser-basierte Optimierung (a) kann insbesondere die Eingabe und Darstellung verbessern und nicht vorab optimierte Webseiten anpassen. Die Anpassung per Stylesheet (b) wird eher selten benutzt, weil sie die zu übertragende Datenmenge erhöht. Bei der Webserver-basierten Anpassung (c) kann die Webseite optimal an das Endgerät und seine technischen Details angepasst werden, sie verursacht aber auch den größten Aufwand. Die Proxy-basierte Optimierung (d) kann vor allem die zu übertragende Datenmenge reduzieren (vgl. Christmann et al. 2009, S. 412ff.). Es existieren somit verschiedenste Verfahren, um eine bestehende Webseite anzupassen; diese lassen sich auch kombinieren, um zu einem guten Ergebnis zu kommen.

Serverseitige Möglichkeiten der Optimierung für spezifische Endgeräte

Bei der Neuentwicklung von Webseiten für mobile Endgeräte sollte grundsätzlich auf die Eigenschaften der Endgeräte und verwendeten Datenkommunikationsnetze Rücksicht genommen werden. Einen Leitfaden für die Entwicklung von Webseiten für mobile Endgeräte stellt das W3C mit seinen Mobile Web Best Practices zur Verfügung (vgl. W3C 2008a). Im mobilen Internet sind die Endgeräte, ihre Betriebssysteme und dafür verfügbare Laufzeitumgebungen weitaus weniger standardisiert, als es beispielsweise im stationären Internet der Fall ist (vgl. Alby 2008,

S. 136). Deshalb müssen das mobile Endgerät erkannt und die Webseite an die Eigenschaften des Endgeräts angepasst werden. Dies geschieht in zwei Schritten: Der Erkennung des Endgeräts und seines Webbrowsers (1) sowie der Anpassung der Webseite an die Eigenschaften von Hard- und Software (2) daran.

Schritt (1) geschieht i. d. R. über die HTTP-Kopfdaten (vgl. Frederick/Lal 2009, S. 98f.; Lubkowitz 2007, S. 407ff.). Ein Safari-Browser auf einem Apple iPhone 4S identifiziert sich gegenüber einem Webserver beispielsweise mit dem User-Agent-String „Mozilla/5.0 (iPhone; CPU iPhone OS 5_0 like Mac OS X) AppleWebKit/534.46 (KHTML, like Gecko) Version/5.1 Mobile/9A334 Safari/7534.48.3“ woraus sich detailliert das Betriebssystem („iPhone OS 5_0“), die Rendering-Engine („WebKit“, auf Basis von „KHTML“) und der Webbrowser („Safari Mobile“ in Version 5.1) ermitteln lässt.

Schritt (2) kann dann teilweise über Endgerätedatenbanken unterstützt werden. Das Projekt Wireless Universal Resource File (WURFL) stellt Informationen über die Fähigkeiten von Endgeräten im XML-Format zur Verfügung (vgl. Passani 2011; Frederick/Lal 2009, S. 100ff.). Das User Agent Profile (UAprof) ist ein Format des WAP-Forums, welches von Herstellern zur Bereitstellung von Informationen über Endgeräte genutzt wird (vgl. Alby 2008, S. 145; w3development 2011). Die DeviceAtlas-Endgerätedatenbank ist kommerziell und wird von dotMobi bereitgestellt. Sie fasst die Angaben von Netzbetreibern, Endgeräteanbietern, WURFL und ähnlichen Quellen zusammen (vgl. Frederick/Lal 2009, S. 111ff.). Ähnliche Dokumente über Webbrowser für mobile Endgeräte und Rendering Engines fehlen.

Webseiten können mit speziellen Verfahren und auf Basis detaillierter Informationen an mobile Endgeräte angepasst werden. Dies ist auch heute schon in begrenztem Rahmen möglich – wenn auch sehr aufwändig.

8.4.7 Zusammenfassung

Für die Nutzung von Webtechnologien für mobile Anwendungen bestehen mehrere Problemfelder. Die vorhergehenden Ausführungen zeigen jedoch, dass es für jedes dieser Problemfelder wahlweise im stationären oder mobilen Internet Lösungsansätze gibt. Tabelle 36 zeigt auf, ob die jeweiligen Problemfelder technisch lösbar sind, ob es bereits im mobilen Internet technische Lösungsmöglichkeiten gibt und ob diese bereits plattformunabhängig vorliegen. Dabei wird klar, dass alle Herausforderung lösbar sind und im mobilen Internet für einzelne Betriebssysteme oder Webbrowser bereits Lösungen existieren.

Die zentrale Herausforderung dabei ist, dass für alle Betriebssysteme und Browser Lösungsmöglichkeiten vorhanden seien müssen und diese wahlweise einheitlich sind oder über eine Funktionen kapselnde Middleware für Entwickler nutzbar gemacht werden müssen. Bis dahin führt die Nutzung dieser Lösungen zum Verlust der Plattformunabhängigkeit webbasierter Anwendungen und damit

ihres zentralen Vorteils. Ein Entwicklungsframework, welches die genannten Problemfelder berücksichtigt und sowohl für den Privatkunden- als auch für den Geschäftskundenbereich eine Lösungsbasis für unterschiedlichste Endgeräte, Betriebssysteme und Webbrowser darstellt, könnte ein sinnvoller Ansatz sein.

Tabelle 36: Bewertung der Problemfelder webbasierter Anwendungen für mobile Endgeräte

Problemfeld	Technisch lösbar	Bereits mobil lösbar	Bereits plattformunabhängig mobil lösbar
Abbruch der Verbindung	Ja	Ja	Ja
Einbettung in das Betriebssystem	Ja	Ja	Nein
Zugriff auf Geräte-APIs	Ja	Ja	Nein
Usability von Web-Anwendungen	Ja	Ja	Ja
Komplexität der Anwendungserstellung	Ja	Ja	Nein
Anpassung von Webseiten	Ja	Ja	Ja

8.5 Beispielhafte Implementierungen

Um den vorab geschilderten Lösungsansatz zu testen, wurden drei beispielhafte Anwendungen für mobile Endgeräte mit Webtechnologien implementiert[117]: Ein Voting-System, ein CRM-Client und ein Kantinenspeiseplan. Sie wurden auf der CeBIT 2011 in Hannover zur Diskussion gestellt.

8.5.1 Beschreibung der Anwendungen

Das *Voting-System* dient für Abstimmungen, beispielsweise in Unterrichtssituationen: Ein Dozent erstellt eine Abstimmung mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten – beispielsweise um den Lernfortschritt zu kontrollieren. Er teilt anschließend

[117] Die Implementierung erfolgte im Rahmen der Lehrveranstaltung „Projektseminar Systementwicklung – Entwicklung mobiler Anwendungen" der Professur für Anwendungssysteme und E-Business durch die Studierenden Marius Becker, Jasmin Decker, Denis Glups, Christopher Henkel, Manuel Konzak, Florian Otto, Sebastian Rach, Chris Rahm, Stefan Schäfer, Jörn Schrader, Johannes Werner und Marcus Wylezalek.

dem Auditorium eine Abstimmungs-ID mit, die diese auf ihrem eigenen mobilen Endgerät eingeben und so an der Abstimmung teilnehmen können. Zum Abschluss ruft der Dozent die Ergebnisse ab, präsentiert und diskutiert sie. Bei diesem Szenario, bei dem die genauen Modelle der teilnehmenden Endgeräte nicht antizipierbar sind, ist maximale Plattformunabhängigkeit nötig.

Der *CRM-Client* dient dem mobilen Zugriff auf das an der Universität Göttingen genutzte Dynamics CRM-System von Microsoft (vgl. Benjamins et al. 2010). Hiermit können jederzeit aktuelle Termine sowie Details zu Studierenden und Alumni eingesehen werden. Zusätzlich können von unterwegs neue Inhaltselemente erzeugt und so aktuelle Vorgänge zeitnah protokolliert werden. Hier steht eine Anpassung des typischen Interfaces einer CRM-Anwendung an den mobilen Einsatzkontext im Vordergrund.

Der *Kantinenspeiseplan* zeigt für alle Mensen des Studentenwerks Göttingen den aktuellen Speiseplan an, ermöglicht das Auffinden der Mensen über Google Maps, berechnet die Distanzen zu den Mensen über das Geolocation API (vgl. Abschnitt 8.4.3) und zeigt weitere Informationen zu den Profilen der Mensen, den Zusatzstoffen und aktuelle Neuigkeiten der Einrichtungen an. Bei dieser Entwicklung stand der Weiterbetrieb der Anwendung bei Ausfall der Netzwerkverbindung im Vordergrund. Screenshots der drei Anwendungen zeigt Abbildung 92.

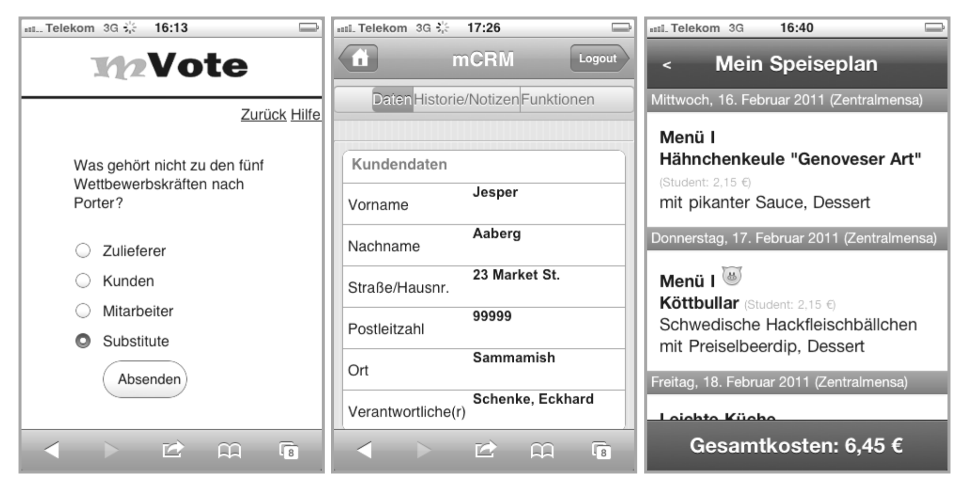


Abbildung 92: Beispielhafte Implementierungen mobiler Webanwendungen[118]

8.5.2 Einfluss verschiedener Entwicklungstechnologien

Die drei geschilderten Anwendungen wurden auf unterschiedlichen technischen Basen implementiert: Die Voting-Anwendung setzt – um maximale Plattformun-

118 Weitere Bildschirmfotos des Kantinenspeiseplans zur Verdeutlichung der Anpassung von Webseiten für die Realisierung webbasierter mobiler Anwendungen zeigt Anhang A5.

abhängigkeit zu erreichen – ausschließlich auf *HTML und CSS* auf. Sie entspricht damit einer minimalisierten Webseite, die auch mit Webdesignwerkzeugen erstellt werden kann. Der CRM-Client dagegen basiert auf *iWebKit*, einem Framework zur Anpassung der Darstellung von Webseiten an das Look & Feel von Apples iOS (vgl. Plieger 2011; Abschnitt 8.4.5). Es ist primär ein Template in HTML und CSS, welches Webseiten optisch anpasst. Der Kantinenspeiseplan dagegen wurde mit Hilfe von *Sencha Touch* (vgl. Sencha 2011; Abschnitt 8.4.5) programmiert. Im Gegensatz zu iWebKit enthält es weitere Funktionalitäten, wie eine optimierte Darstellung für WebPads wie das iPad von Apple und unterstützt bei der Nutzung der HTML5-Offlinefähigkeiten (vgl. Abschnitt 8.4.3).

Die prototypischen Implementierungen decken das Spektrum zwischen einer mobilen Webseite (Thin Client, vgl. Abschnitt 8.2.1) und einer vollwertigen mobilen Webanwendung (Web Client, vgl. Abschnitt 8.2.2) durch die Variation der Entwicklungstechnologien ab. Die Entwicklung ausschließlich mit HTML und CSS entspricht einer *einfachen Webseite*. Sie besitzt die größte Plattformunabhängigkeit, erfordert am wenigsten Einarbeitungsaufwand, hat jedoch in der Regel die geringste Ähnlichkeit zu einer nativen mobilen Anwendung und wenig Funktionalität wird mit vorgefertigten Komponenten übernommen.

Tabelle 37: Charakteristika der beispielhaften Implementierungen

Anwendungsname	mVote	mCRM	Göurmet
Technische Basis	ausschließlich HTML, CSS	iWebKit	SenchaTouch
Unabhängigkeit von bestimmten Webbrowsern			
Imitierung des App-Look & Feel			
Geringer Lernaufwand für Entwickler			
Funktionsübernahme aus Framework			

Auf der anderen Seite des Spektrums befindet sich die *Webanwendungsentwicklung* mit Frameworks wie SenchaTouch. Anwendungen auf dieser Basis funktionieren bisher nicht in allen mobilen Webbrowsern, sondern zumeist nur in jenen mit der

Rendering Engine „WebKit“[119]. Anwendungen auf dieser technischen Basis sind kaum noch von nativen mobilen Anwendungen zu unterscheiden und umfangreiche Funktionen können aus dem Framework als Komponente bezogen werden. Allerdings muss sich hierbei ein Webentwickler zunächst in das jeweilige Framework und seine Schnittstellen einarbeiten. Einen Überblick über die Charakteristika der Implementierungen gibt Tabelle 37.

8.5.3 Erkenntnisse des Prototypings

Die beispielhaften Implementierungen bestätigen die Vorteile webbasierter Anwendungen (vgl. Abschnitt 8.2.4) und zeigen zudem auf, wie den in Abschnitt 8.4 beschriebenen Problemfeldern webbasierter mobiler Anwendungen begegnet werden kann.

Jede der drei Applikationen weist unterschiedliche Vorteile der Anwendungsentwicklung mit Webtechnologien auf: Im Einsatzszenario der Anwendung mVote kann nicht vorhergesagt werden, welche mobilen Endgeräte die Befragten verwenden und die Applikation muss ad-hoc nutzbar sein. mVote zieht somit Vorteile aus der *Plattformunabhängigkeit* der Webtechnologien und dem Fakt, dass Anwendungen auf dieser Basis *nicht auf Endgeräten installiert* werden müssen. mCRM dagegen zeigt, wie webbasierte Anwendungen die *Datensicherheit* erhöhen: Da mobile Endgeräte durch ihre kompakte Bauform häufiger verloren werden, sollten möglichst wenige Unternehmensdaten hierauf gespeichert werden (vgl. Abschnitt 4.3). mCRM überträgt nur die anzuzeigenden Informationen auf das mobile Endgerät und nimmt keine lokale Datenspeicherung vor. Geht ein Endgerät verloren, muss nur serverseitig der Zugriff deaktiviert werden. Göurmet zeigt auf, wie mit Webtechnologien eine ideale *Anpassung der Anwendung* an das konkrete Endgerät erzielt werden kann. Der Webbrowser skaliert die Darstellung je nach Bildschirmgröße und das Framework SenchaTouch erkennt das aufrufende Gerät und stellt – beispielsweise für Tablet PCs – eine optimierte Ansicht zur Verfügung.

Anhand der technisch komplexesten Lösung, dem Kantinenspeiseplan, kann zudem die Lösbarkeit der in Abschnitt 8.4 identifizierten Problemfelder webbasierter mobiler Anwendungen überprüft werden. Für alle sechs Herausforderungen zeigt die Applikation, wie die konkreten Lösungsmöglichkeiten (vgl. Abschnitte 8.4.1-8.4.6) eingesetzt werden können. Die Gegenüberstellung erfolgt in Tabelle 38.

Die prototypischen Implementierungen demonstrieren, dass mit webbasierten Anwendungen eine hohe Plattformunabhängigkeit erreicht, das Look & Feel stark an das von nativen Anwendungen angenähert werden kann und auch technisch anspruchsvollere Anforderungen wie eine Offlinefähigkeit bereits gut umgesetzt

[119] Da im Bereich der mobilen Webbrowser WebKit aufgrund seiner freien Verfügbarkeit bereits stark verbreitet ist und ein Trend zur Nutzung von WebKit in vielen Webbrowsern zu sehen ist, stellt dies kein ernstzunehmendes Hindernis dar (vgl. Voigts/Christmann/Hagenhoff 2011, S. 21; Abschnitt 2.1.4.5).

werden können. Jedoch existiert hier zurzeit in der Regel noch ein Trade-Off zwischen Plattformunabhängigkeit und der optischen und funktionalen Annäherung an eine native mobile Anwendung (siehe Tabelle 37). Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung von Webanwendungsframeworks und die zu erwartende stärkere Verbreitung der Rendering Engine „WebKit" in mobilen Webbrowsern (vgl. Abschnitt 2.1.4.5) wird dieser Trade-Off jedoch voraussichtlich in Zukunft aufgehoben.

Tabelle 38: Umgang mit Problemfeldern webbasierter Anwendungen

Problemfeld	Lösungsansatz in Göurmet
Abbruch der Verbindung	Zwischenspeicherung der Anwendung mit HTML5-Cachingmechanismen im Webbrowser, Ablage der Speiseplandaten in einer lokalen SQL-Datenbank auf dem Endgerät.
Einbettung in das Betriebssystem	Bereitstellung eines Piktogramms für das Anwendungsmenü von Smartphones sowie eines Startbildschirms (siehe Anhang A5).
Zugriff auf Geräte-APIs	Abruf der aktuellen Geokoordinaten des Endgeräts über das standardisierte W3C Geolocation API.
Usability von Web-Anwendungen	Verwendung des Oberflächenframeworks „SenchaTouch", welches native Anwendungen – inklusive Touchscreen-Bedienung – imitiert.
Komplexität der Anwendungserstellung	Bereitstellung von direkt nutzbaren Oberflächenkomponenten und einer Funktionsbibliothek durch SenchaTouch.
Anpassung von Webseiten	Clientseitige Anpassung der Webseiten durch den Webbrowser, durch die Verwendung von alternativen Stylesheets (CSS) und die Endgeräteerkennung über JavaScript.

Webtechnologien können somit als alternative Entwicklungsbasis für mobile Anwendungen verwendet werden. Die Entscheidung für eine native oder webbasierte Anwendungsentwicklung hängt jedoch von verschiedenen Eigenschaften einer konkreten Anwendung und ihres Einsatzumfelds ab (vgl. Abschnitt 8.2.4). Die Vorteile von webbasierten mobilen Anwendungen liegen dabei vor allem in ihrer Plattformunabhängigkeit und der fehlenden Notwendigkeit zur Installation und Aktualisierung. Native mobile Anwendungen haben dagegen eine höhere Performanz und lassen sich im Gegensatz zu Webanwendungen über AppStores monetarisieren.

Grafisch aufwändigere Applikationen wie z. B. Spiele oder Anwendungen, durch deren Verkauf Geld verdient werden soll (primär B2C-Anwendungen), werden somit auch in Zukunft als native Anwendungen realisiert werden. Für B2B-Anwendungen, die zumeist eine wenig komplexe grafische Oberfläche besitzen und für Anwendungen, die auf möglichst vielen mobilen Betriebssystemen ablauffähig seien müssen, wird sich dagegen zukünftig die webbasierte Anwendungsentwicklung durchsetzen.

Für eine finale Bewertung ist jedoch die Effizienz der Anwendungsentwicklung mit Webtechnologien im Vergleich zur Anwendungsentwicklung mit nativen Technologien zu prüfen. Dies geschieht in Kapitel 9.

9 Vergleich der Effizienz der Anwendungsentwicklung mit unterschiedlichen Technologien

Ist die Implementierung einer konkreten mobilen Anwendung unter Betrachtung der Vor- und Nachteile von Webtechnologien (vgl. Abschnitt 8.2.4) und der derzeit noch bestehenden technischen Restriktionen (vgl. Abschnitt 8.4.7) fachlich sinnvoll und technisch möglich, so stellt sich die Frage nach der Effizienz der Anwendungsentwicklung mit Webtechnologien im Vergleich zur nativen Anwendungsentwicklung. Je nach Anzahl der mobilen Betriebssysteme (vgl. Abschnitt 2.1.4.3) und Endgerätetypen (v. a. Smartphone, Tablet PC[120], PC), auf denen eine Anwendung ablauffähig seien muss, entstehen durch die Verwendung von Webtechnologien kostenseitige Vorteile in der Implementierung und Wartung, aber auch durch das Entfallen eines Variantenmanagements (vgl. Pan/Xiao/Luo 2010, S. 2072).

Die Entscheidung zwischen nativer und plattformunabhängiger Anwendungsentwicklung ist jedoch nicht trivial. Für eine Effizienzbetrachtung müssen die Aufwände für die Entwicklung aller nativen Anwendungen und die Entwicklung

[120] Unter einem Tablet PC (auch: Slate PC, Webpad) werden hier Geräte wie das Apple iPad oder Samsung Galaxy Tab verstanden, die wie Smartphones mit einem speziellen mobilen Betriebssystem betrieben werden.

auf Basis von Webtechnologien geschätzt werden. Erschwerend hinzu kommt, dass ggf. Subvarianten einer Anwendung erzeugt werden müssen, um die Nutzung der Anwendung auf ähnlichen Endgerätetypen wie beispielsweise Tablet PCs zu ermöglichen. Weiterhin können bei der nativen Anwendungsentwicklung auch zwischen verschiedenen Entwicklungstechnologien Synergieeffekte erzielt werden, weil Teile der Benutzungsoberfläche übernommen werden können oder aber mit der gleichen Programmiersprache implementiert wird. Einen Überblick über die zu erfassenden Aufwände für einen Vergleich zeigt Abbildung 93.

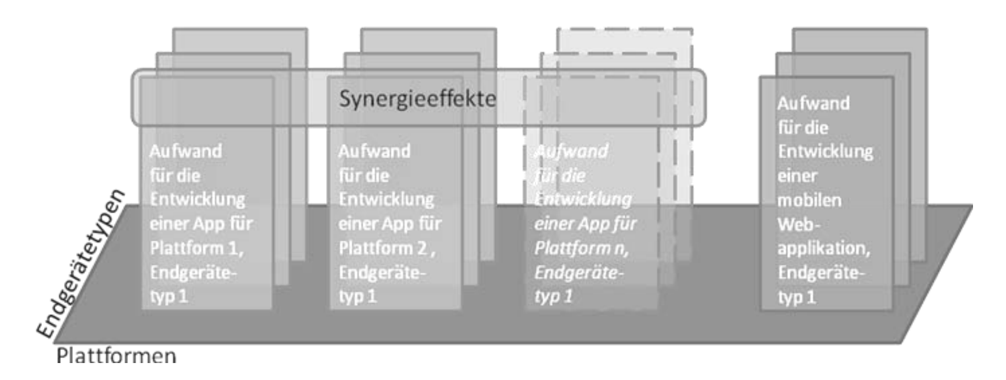


Abbildung 93: Zu erfassende Aufwände zur Architekturentscheidung

Klassische Aufwandsschätzungen in der Anwendungsentwicklung beruhen immer auf Erfahrungswerten und erfordern daher eine Erfassung der tatsächlichen Aufwände von erfolgreich durchgeführten Softwareprojekten (vgl. Balzert 2009, S. 515). Unternehmen verfügen jedoch in der Regel nicht über so vielfältige Vorerfahrungen; in der Literatur gibt es dazu ebenfalls bisher keine Anhaltspunkte. Typische Verfahren zur Schätzung des Aufwands, wie beispielsweise die Function-Points-Methode (vgl. ebd., S. 527) oder COCOMO (vgl. Knöll/Busse 1991, S. 68) sind daher in diesem Fall nicht anwendbar.

Darüber hinaus zeigen Zarnekow, Scheeg und Brenner (2004, S. 181ff.) auf, dass eine alleinige Betrachtung der Erstentwicklungskosten einer Anwendung nicht ausreichend für die Analyse der Wirtschaftlichkeit einer Anwendung sind. Stattdessen müssen alle Aufwände entlang des Lebenszyklus einer Anwendung betrachtet werden. Daher werden im nachfolgenden Kapitel zunächst alle Schritte des Softwarelebenszyklus betrachtet und die relevanten Eigenschaften von mobilen Plattformen und ihren Entwicklungstechnologien, die einen Einfluss auf die Aufwände in den einzelnen Lebenszyklusphasen haben, in einem Kriterienkatalog festgehalten. Dieser wird in Abschnitt 9.3 verwendet, um die spezifischen Aufwände für die Entwicklung und den Betrieb einer Anwendung auf einer bestimmten mobilen Plattform zu ermitteln. Da diese Aufwände zum Teil von der konkreten Anwendung abhängen (z. B. konkreter Aufwand in Lines of Code zur Pro-

grammierung einer typischen Aufgabe wie dem Parsen einer XML-Datei), wurde eine mobile Anwendung in Zusammenarbeit mit der Volkswagen Aktiengesellschaft auf Basis von vier verschiedenen Technologien zur Untersuchung implementiert: In Objective-C für Apple iOS, in Java für Google Android und RIM BlackBerry OS und als plattformunabhängige Webanwendung[121]. Dies ermöglicht den Vergleich der Plattformen und ihrer Entwicklungstechnologien und zeigt an einem konkreten Beispiel, wie die Entscheidung zwischen nativer und webbasierter Entwicklung getroffen werden kann.

9.1 Entwicklungstechnologie- und plattformspezifische Aufwände

Wie in Abschnitt 4.2.1 gezeigt, kann der Lebenszyklus einer Individualsoftware in die Phasen *Analyse*, *Implementierung*, *Einführung*, *Nutzung*, *Wartung* und *Ablösung* differenziert werden (vgl. Dumke 2003, S. 18ff.; Moll et al. 2004, S. 427; Giesecke/Fünfrocken 2007, S. 878). Diese Phasen werden im nachfolgenden auf Einflüsse der Entwicklungstechnologie und Plattformen untersucht. Eine grafische Darstellung der Teilschritte zeigt Abbildung 94.

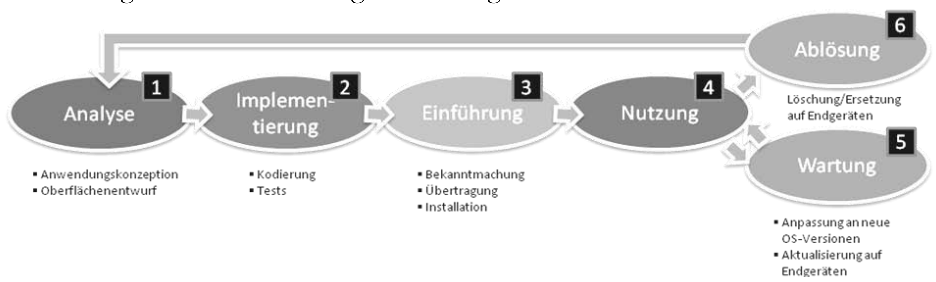


Abbildung 94: Lebenszyklusphasen einer mobilen Individualsoftware[122]

In der *Analyse-Phase (1)* muss betrachtet werden, welche konkreten *Technologien, Programmiersprachen und Frameworks* genutzt werden können, um eine Applikation zu entwickeln (vgl. Blom 2008, S. 133ff.; Wasserman 2010, S. 397). Hierbei erhöht eine Auswahl an Programmiersprachen die Wahrscheinlichkeit, entsprechende Programmierkompetenzen im Unternehmen zu haben und Synergien zwischen Plattformen zu erzeugen. Gleichzeitig entsteht aber auch mehr Aufwand für die Abwägung. Beim Oberflächenentwurf spielt das Vorhandensein klarer *Design- und Interaktionsvorgaben* (vgl. Wasserman 2010, S. 398ff.) eine wichtige Rolle: Existieren strikte Vorgaben, so ist der Aufwand für die Oberflächenkonzeption geringer. Die

[121] Die Implementierung wurde in einem Projekt der Professur für Anwendungssysteme und E-Business vorgenommen, welches in Busch 2011, Henkel 2011, Hohmann 2011 und Trang 2011 dokumentiert ist.

[122] Nach: Dumke 2003, S. 18ff.; Moll et al. 2004, S. 427; Giesecke/Fünfrocken 2007, S. 878.

Einhaltung dieser Vorgaben ist vorteilhaft, da die Nutzer mobiler Endgeräte daran gewöhnt sind, dass Anwendungen auf dem von ihnen genutzten Betriebssystem eine ähnliche Oberfläche haben und sich ähnlich bedienen lassen. Eine Zusammenfassung der in der Analysephase zu betrachtenden Spezifika mobiler Plattformen zeigt Tabelle 39.

Tabelle 39: Kriterien in der Analysephase

Lebenszyklus-Phase	Spezifikum
Analyse (1)	Anwendungsentwicklungstechnologien
	Design- und Interaktionsvorgaben

In der *Implementierungsphase (2)* bestehen die meisten plattformspezifischen Einflüsse. Relevant sind hier zunächst die *Entwicklungsvoraussetzungen* wie beispielsweise notwendige Registrierungen beim Betriebssystemhersteller, Kosten für die Registrierung oder eine eventuelle Betriebssystemgebundenheit der Entwicklungs- und Testwerkzeuge. Der Umfang und die Art von *Entwicklungswerkzeugen* (vgl. Wichmann/Boll 2009, S. 73) sind weitere Merkmale: Entwicklungswerkzeuge können als eigenständige Anwendung oder als Plugin für IDEs (vgl. Balagtas-Fernandez/Hussmann 2009, S. 206) bereitgestellt werden. Sie können kostenlos- oder kostenpflichtig sein und unterschiedliche Umfänge aufweisen (beispielsweise in Bezug auf die Bereitstellung eines GUI-Builders). Die Entwicklung kann durch verschiedene Formen von *Wissensbereitstellung* erleichtert werden; wahlweise durch den Betriebssystemhersteller, Online-Communities oder in Form von gedruckten Werken. Einen wichtigen Einfluss hierauf hat auch der Verbreitungsgrad der notwendigen *Programmiersprache.* Um Standardaufgaben zu vereinfachen, können Betriebssystemhersteller oder Dritte *Programmbibliotheken* mit entsprechenden APIs zur Verfügung stellen. Dies beeinflusst auch, wie viele Zeilen Quellcode zum Erledigen von Standardaufgaben zu verfassen sind. Dieser Aufwand kann mittels der *notwendigen Programmierzeilen* (Lines of Code, LoC) für Aufgaben wie beispielsweise das Parsen einer XML-Datei gemessen werden. Für den *Anwendungstest* können funktional unterschiedliche Simulationswerkzeuge zur Verfügung gestellt werden, ebenso kann ein Entwicklungswerkzeug die Übertragung zum Testen auf das Endgerät des Entwicklers und die Endgeräte von Testern erleichtern. Relevant ist auch die Frage, in wie vielen Umgebungen eine Anwendung getestet werden muss, um ihre Funktionsfähigkeit sicherzustellen (vgl. Wasserman 2010, S. 398).

Ein wichtiger Aspekt in der Implementierung ist die *Endgeräteheterogenität.* Mobile Endgeräte, die ein Betriebssystem nutzen, können wahlweise sehr einheitlich sein, was den Entwickler entlastet oder unterschiedliche Bildschirmformate, Ein- und Ausgabemöglichkeiten und Schnittstellen aufweisen (vgl. Abschnitt 4.4). Hier

müssen ggf. Subvarianten einer Anwendung entwickelt werden. Hersteller von mobilen Betriebssystemen schreiben in der Regel Minimalstandards für Hardwarekomponenten vor oder definieren Hardwaretasten, die von Hardwareherstellern eingebaut werden müssen. Ein ähnlicher Aspekt ist die *Betriebssystemfragmentierung*: Von einem mobilen Betriebssystem können unterschiedliche Versionen verbreitet sein (vgl. Wasserman 2010, S. 398). Dies hängt stark mit der Politik von Betriebssystemhersteller und Hardwarehersteller zusammen: Der Bezug einer aktuellen Betriebssystemversion kann an den Kauf eines neuen Endgeräts gekoppelt werden, um Endgeräte-Verkaufszahlen zu erhöhen oder die Aktualisierung kann allen oder Teilen der Altgerätebesitzer zur Verfügung gestellt werden. Einen Einfluss hat hier auch die Einfachheit von Updatemechanismen. Eine hohe Betriebssystemfragmentierung muss jedoch noch kein Nachteil für die Anwendungsentwicklung sein, sofern Kompatibilität bei Schnittstellen und Laufzeitumgebungen besteht.

Tabelle 40: Kriterien in der Implementierungsphase

Lebenszyklus-Phase	Spezifikum
Implementierung (2)	Entwicklungsvoraussetzungen
	Entwicklungswerkzeuge
	Wissensbereitstellung
	Verbreitungsgrad der Programmiersprache
	Programmbibliotheken
	Programmieraufwand
	Testwerkzeuge und Testaufwand
	Endgeräteheterogenität
	Betriebssystemfragmentierung
	Reichweite der Anwendung
	Portierbarkeit der Anwendung

Zwei letzte relevante Aspekte in dieser Phase sind die *Reichweite* und *Portierbarkeit*, wobei ersteres meint, ob eine einmal entwickelte Anwendung nur für einen spezi-

ellen Endgerätetyp lauffähig ist. Portierbarkeit stellt die Frage, ob Anwendungen mit weiteren Werkzeugen und geringerem Aufwand als eine Neuentwicklung auf weitere Plattformen übertragen werden können (vgl. Wasserman 2010, S. 400). Tabelle 40 fasst die Kriterien zusammen.

In der *Einführungsphase (3)* steht primär die Distribution der mobilen Anwendung im Vordergrund. Hierbei kann ein Betriebssystemhersteller die Anwendungsdistribution gezielt offen lassen oder die erlaubten Pfade beschränken und nur bestimmte *Distributionsmöglichkeiten* zulassen (vgl. Geisler et al. 2011, S. 210ff.). Die Bereitstellung einer Anwendung kann mit *Distributionskosten* verbunden oder kostenlos sein. Darüber hinaus kann ein Betriebssystemhersteller bei der Bereitstellung von Anwendungen Einfluss nehmen und – beispielsweise bei Marktplätzen – einzelne mobile Anwendungen auch ablehnen (vgl. Tabelle 41).

Tabelle 41: Kriterien in der Einführungsphase

Lebenszyklus-Phase	Spezifikum
Einführungsphase (3)	Distributions-, Update- und Entfernungsmöglichkeiten
	Distributionskosten
	Einflussnahme

In der *Nutzungsphase (4)* haben die Plattformen und Entwicklungstechnologien wenig Einfluss auf den Aufwand für Entwickler. Hier ist jedoch zu betrachten, wovon eine stabile Ausführung der Anwendung abhängt, um eine *verlässliche Ausführung* sicherzustellen (vgl. Tabelle 42).

Tabelle 42: Kriterien in der Nutzungsphase

Lebenszyklus-Phase	Spezifikum
Nutzung (4)	Abhängigkeit der Anwendung
	Verlässliche Ausführung

Für die *Wartungsphase (5)* ist relevant, wie häufig *Updates* des Betriebssystems erfolgen und ob diese eine Änderung der Applikation erzwingen. Ebenso ist relevant, ob eine automatische oder teilautomatische *Aktualisierungsmöglichkeit* besteht, um die installierten Anwendungen auf den Endgeräten anpassen zu können. Um den Wartungsaufwand zu verringern, ist die Möglichkeit zur Einhaltung oder gar das

Erzwingen von *Programmierrichtlinien* wie dem MVC-Schema (vgl. Leff/Rayfield 2011, S. 118) oder ähnlichen Entwurfsmustern (vgl. Ahlgren/Markkula 2005, S.144ff.) notwendig (vgl. Tabelle 43).

Tabelle 43: Kriterien in der Wartungsphase[123]

Lebenszyklus-Phase	Spezifikum
Wartung (5)	Frequenz von Betriebssystemupdates
	Programmierrichtlinien

In der *Ablösungsphase (6)* stellen sich ähnliche Fragen wie in der Einführungsphase (3): Hier ist wichtig, ob nicht mehr genutzte Anwendungen automatisch von Endgeräten entfernt oder gar direkt ersetzt werden können. Beide Phasen werden daher im Nachfolgenden gemeinsam betrachtet.

Die vorab genannten Einflussfaktoren für den Aufwand, eine mobile Anwendung für eine bestimmte Plattform bereitzustellen und zu warten, können somit anhand des in Anhang A6 dargestellten Schemas ermittelt werden.

9.2 Konzeption einer prototypischen mobilen Anwendung

Um die Aufwände der Implementierung von nativen und webbasierten mobilen Anwendungen praktisch vergleichen zu können, wurde eine Unternehmensanwendung mit vier verschiedenen Technologien implementiert. Der Projektpartner, die Volkswagen Aktiengesellschaft, stellte hierzu ein Praxisbeispiel. Die Konzernführung versendet zurzeit in regelmäßigen Intervallen Informationen über Wechsel in ihrem Top-Management und höheren Management als PDF-Dokumente[124].

Ein Beispiel für ein solches Dokument („Personaltelegramm“) findet sich in Anhang A7. Dazu werden die Personalwechsel in einer Textverarbeitungssoftware verfasst, ausgedruckt, zur Unterschrift vorgelegt und anschließend eingescannt und als PDF-Dokument per E-Mail verschickt. Dieser Vorgang wird durch die Anwendung verbessert. Die Konzeption in fachlicher und technischer Sicht zeigen in Kurzform die Abschnitte 9.2.1 und 9.2.2.

---

[123] Der Aspekt der Aktualisierungsmöglichkeit ist bereits in der Einführungsphase erfasst (vgl. Tabelle 41).

[124] Das Portable Document Format ist ein von Adobe Systems entwickeltes Dokumentenformat, welches plattformunabhängig ist und so die exakte Wiedergabe auf allen Endgeräten und Zielplattformen sicherstellt (vgl. Rautiainen 2009, S. 30).

9.2.1 Fachliche Konzeption

Aufgrund des beschränkten fachlichen Umfangs kann bei der fachlichen Konzeption die Geschäftsprozessanalyse zum Einsatz kommen (vgl. Balzert 2001, S. 126ff.). Zwei Akteure arbeiten mit dem Anwendungssystem: Ein Sachbearbeiter kann Personalwechsel im System anlegen, bearbeiten und löschen, sowie freigeben – dies erfolgt an einem stationären PC. Der Nutzer kann sich aktuelle Personalwechsel und Personalwechsel nach Organisationseinheit anzeigen lassen, sowie nach Personalwechseln suchen; dies erfolgt auf einem mobilen Endgerät. Die vom System zu unterstützenden Anwendungsfälle zeigt Abbildung 95.

Als *nicht-funktionale Anforderungen* sind die Authentifizierung des Nutzers auf Client- und Serverseite, sowie eine verschlüsselte Übertragung der Daten anzusehen. Daten dürfen zudem nicht auf dem mobilen Endgerät gespeichert werden. Eine weitere Anforderung ist die Anpassung der Anwendung an das Corporate Design des Unternehmens. Da noch kein Design für mobile Anwendungen existiert, werden die Designrichtlinien für Webseiten verwendet.

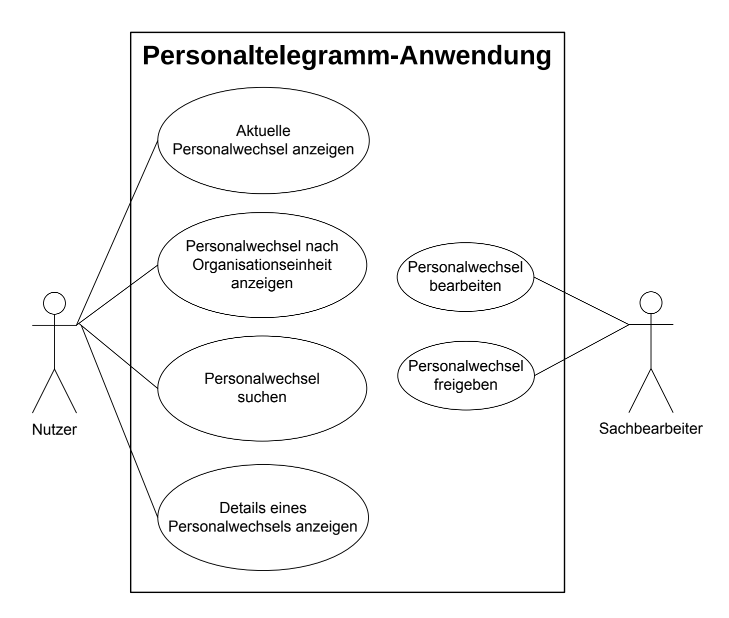


Abbildung 95: Anwendungsfalldiagramm der Personaltelegramm-Anwendung

Die Volkswagen Aktiengesellschaft setzt zurzeit Endgeräte mit den Betriebssystemen RIM BlackBerry OS und Apple iOS ein. Aufgrund des rapide steigenden Marktanteils von Google Android kann ein Einsatz in naher Zukunft nicht ausgeschlossen werden. Die Anwendung muss somit auf diesen drei mobilen Betriebssystemen ablauffähig sein, wobei teilweise auch ältere Betriebssystemversionen unterstützt werden müssen. Dies trifft insbesondere auf BlackBerry OS zu, welches bei der Volkswagen Aktiengesellschaft am längsten genutzt wird. Die zu

entwickelnde Anwendung muss hier bis zur BlackBerry OS-Version 4.6 aus dem Jahr 2008 kompatibel sein.

Die zu verarbeitenden *Daten* beziehen sich auf Organisationseinheiten und Personalwechsel. Organisationseinheiten werden über eine eindeutige Identifikationsnummer identifiziert, haben einen Namen sowie eine Priorität für die Darstellung, wenn mehrere Organisationseinheiten auf einer Ebene existieren.

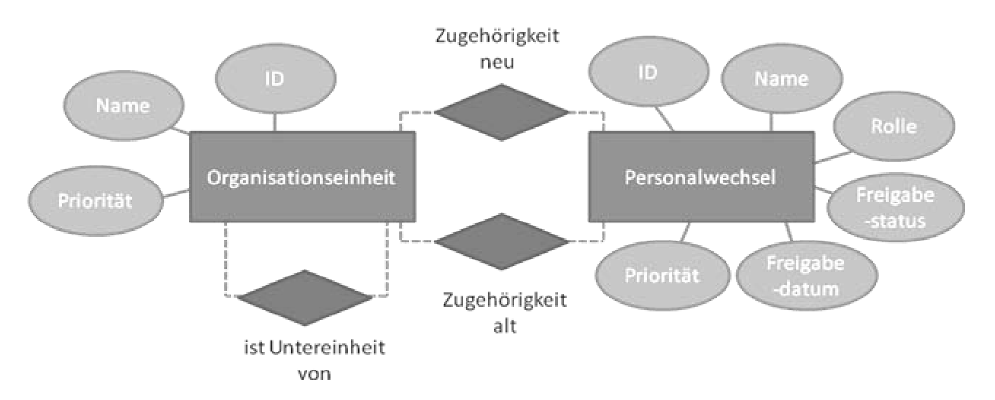


Abbildung 96: ERM der Personaltelegramm-Anwendung

Personalwechsel beinhalten eine eindeutige Identifikationsnummer, den Namen der betroffenen Person, die Funktion/Rolle der Person, ein Freigabe-Flag, das Datum der Freigabe sowie eine Priorität für die Darstellung, falls mehrere Personalwechsel in einer Organisationseinheit angezeigt werden müssen. Authentifikationsdaten für Nutzer und Sachbearbeiter werden nicht im System verwaltet, da hierfür im Produktiveinsatz die bestehenden Authentifikationssysteme genutzt werden. Einen Überblick über die zu verwaltenden Daten gibt das Entity Relationship-Modell in Abbildung 96.

9.2.2 Technische Konzeption

Bei der zu implementierenden Anwendung handelt es sich um eine Client-Server-Anwendung. Auf dem Serversystem werden die Daten in einer MySQL-Datenbank gehalten und über einen JBoss-Applikationsserver (vgl. Fleury/Reverbel 2003) wird eine webbasierte Bearbeitungsschnittstelle für Sachbearbeiter angeboten. Der Applikationsserver stellt ebenfalls die Daten in standardisierter Form für die Clients zur Verfügung. Auf den mobilen Endgeräten laufen Client-Anwendungen auf unterschiedlichen Laufzeitumgebungen, wie Abbildung 97 darstellt.

Im Falle der nativen iOS-Anwendungen wird die Applikation im Zusammenhang mit dem Framework Cocoa Touch (vgl. Stäuble 2009, S. 45ff.) direkt auf dem Betriebssystem ausgeführt. Die native BlackBerry-Anwendung wird in einer

proprietären Java Virtual Machine von RIM (vgl. Rizk 2009, S. 12), die Android-Anwendung innerhalb des Android Application RTE, basierend auf der Java Virtual Machine „Dalvik“ (vgl. Conder/Darcey 2010, S. 26) ausgeführt. Die webbasierte Anwendung läuft im Webbrowser des jeweiligen mobilen Betriebssystems (vgl. Abschnitt 2.1.4.5). Die Verbindung zwischen Client und Server erfolgt über das verschlüsselte Protokoll HTTPS (vgl. Abschnitt 2.1.2). Zum Datenaustausch wird ein RESTful-Webservice[125] genutzt, der ein strukturiertes XML-Format an den Client liefert.

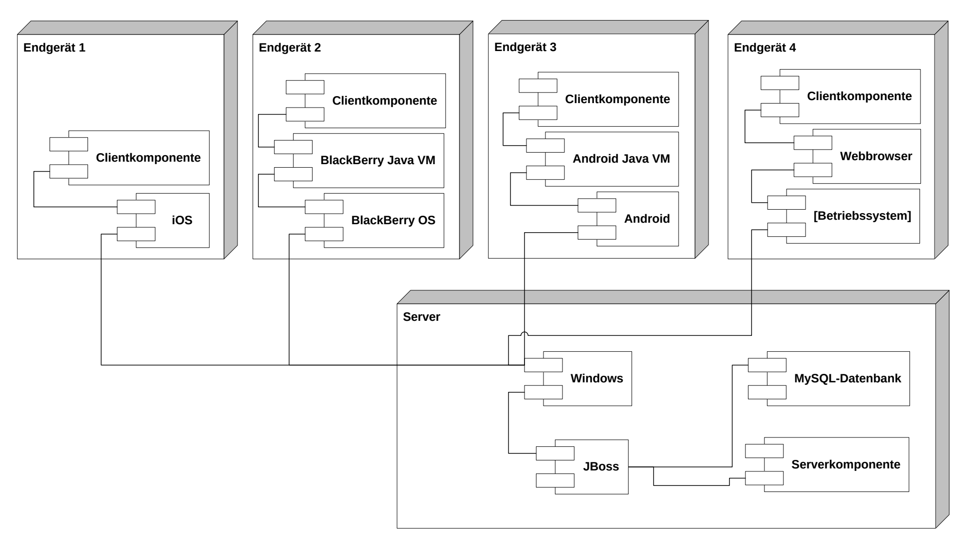


Abbildung 97: Komponentendiagramm der Personaltelegramm-Anwendung[126]

9.3 Implementierung

Im Nachfolgenden werden die vier Implementierungsvorgänge geschildert und die entwicklungstechnologie- und plattformspezifischen Eigenheiten, die den Entwicklungsaufwand beeinflussen, nach dem Schema in Anhang A6 festgehalten.

---

[125] Ein Webservice wird dann als RESTful bezeichnet, wenn er dem abstrakten Architekturstil des Representational State Transfer nach Fielding (2000) entspricht. Solche Webservices werden mit statusloser Kommunikation über HTTP und URIs aufgerufen und beinhaltet nur wenige, wohldefinierte Operationen (vgl. Tilkov 2011, S. 11ff.).

[126] Das Komponentendiagramm erzeugt den Anschein, als wäre nur die iOS-Anwendung eine native Anwendung – alle anderen drei Anwendungen benutzen eine Laufzeitumgebung. Java Virtual Machines, wie im Falle von BlackBerry und Android sorgen als Abstraktionsschicht typischerweise für eine Plattformunabhängigkeit. Die hier verwendeten VMs sind jedoch entweder proprietär (BlackBerry OS) oder speziell angepasste Versionen (Android) von Java VMs, so dass darauf basierende Anwendungen nicht ohne Weiteres auf anderen Plattformen ablauffähig sind.

Für die konkrete Messung der Lines of Code für Standardaufgaben werden auf Basis des vorab geschilderten Konzepts die Erzeugung der GUI, das Aufbauen der Verbindung zum Server, sowie das Parsen[127] der abgerufenen XML-Datei ausgewählt. Jeweils im Anschluss an die Schilderung der Einflüsse werden bei der Implementierung aufgetretene Besonderheiten diskutiert und Bildschirmfotos der entstandenen Anwendung präsentiert. Eine tabellarische, aggregierte Gegenüberstellung der nachfolgenden Inhalte zeigt Anhang A6.

9.3.1 Apple iOS

Analysephase (1)
Apple unterstützt offiziell zwei Möglichkeiten zur Entwicklung von Anwendungen: Die native Entwicklung mittels Objective-C und webbasierte Anwendungen, die auf spezielle Schnittstellen des Webbrowsers Safari zugreifen können. Dabei ist die Entwicklung mit Webtechnologien der ursprüngliche Weg, Anwendungen für iOS zu entwickeln – die native Anwendungsentwicklung kam erst später hinzu (vgl. Lobacher 2008, S. 18f.). Aufgrund der weiten Verbreitung des Betriebssystems wurden von Dritten weitere Wege entwickelt, um native Anwendungen zu erzeugen, wie beispielsweise MonoTouch, welches C# und .NET-Anwendungen ermöglicht (vgl. Xamarin 2011) oder Umwandlungswerkzeuge zur Generierung nativer Anwendungen aus Webanwendungen wie PhoneGap/Cordova (vgl. PhoneGap 2010), Rhodes (vgl. Rhomobile 2011) oder Titanium Mobile (vgl. Appcelerator 2011). Sie alle sind jedoch nur Vorstufen der Anwendungsentwicklung und benötigen letztlich das offizielle Software Development Kit von Apple. Im vorliegenden Projekt kommt die native Anwendungsentwicklung mittels Objective-C zum Einsatz. Für das Oberflächendesign von mobilen Anwendungen stellt Apple mit seinen „iOS Human Interface Guidelines" klare Richtlinien auf, wie eine iOS-Anwendung aussehen und sich verhalten soll (vgl. Apple 2011d; vgl. Ginsburg 2010, S. 3ff.). Die Einhaltung dieser Richtlinien ist verpflichtend für Entwickler, die ihre Anwendungen im AppStore von Apple veröffentlichen wollen (vgl. Apple 2011e).

Implementierungsphase (2)
Für die Entwicklung von iOS-Anwendungen ist eine Registrierung im Apple Developer Program nötig, die zurzeit für Unternehmen $ 299 im Jahr kostet (vgl. Apple 2011f). Zur Entwicklung ist das iOS SDK notwendig, welches nur für Apple Macintosh ab Mac OS X zur Verfügung gestellt wird (vgl. Stäuble 2009, S. 11). Voraussetzung für die Registrierung ist eine DUNS[128]-Nummer.

---

[127] Bei diesem Vorgang zerlegt eine Softwarekomponente („Parser") die als Zeichenkette geladene XML-Datei in ihre Einzelbestandteile (Attribute, Elemente), um diese interpretieren zu können (vgl. Harold/Means 2005, S. 7f.).

[128] DUNS steht für Data Universal Numbering System, ein System zur Identifizierung von Unternehmen, betrieben durch die Wirtschaftsauskunftei Dun & Bradstreet (D&B).

Apple stellt in seinem iOS Dev Center (nur für registrierte Entwickler) die IDE Xcode zur Verfügung, andere IDEs werden nicht unterstützt. Mit Xcode wird unter anderem der Interface Builder (vgl. Mark/Nutting/LaMarche 2011, S. 20f.) und eine umfangreiche Dokumentation bereitgestellt, die auch online einsehbar ist. Für Entwickler stehen interne Support-Foren zur Verfügung, zudem kann Quellcode zur Beratung an Apple übermittelt werden (im Enterprise-Programm zweimal im Jahr kostenlos). Amazon listet 302 Bücher über die iOS-Anwendungsentwicklung[129].

Objective-C ist eine Erweiterung der Sprache C[130], die ebenfalls für das Betriebssystem Mac OS X genutzt wird (vgl. Apple 2009). Trotz ihrer Verwandtschaft zu C ist diese Sprache weitaus weniger verbreitet unter Entwicklern als beispielsweise Java. Sie stammt aus den frühen 1980er Jahren und wird von Programmierern als veraltet angesehen (vgl. Kochan 2011, S. 1; Green 2009).

Im Rahmen der Entwicklung mit Xcode können keine zusätzlichen Bibliotheken von Dritten verwendet werden, dafür ist der Umfang der angebotenen Funktionalität bereits sehr groß: Die vier Schichten des iOS-Betriebssystems (Core OS, Core Services, Media und Cocoa Touch, vgl. Apple 2011g) bieten beispielsweise diverse Arten der Netzwerkkommunikation, die Behandlung von Events, Möglichkeiten des Datenmanagements (wie z. B. eine SQL-Datenbank) und Verschlüsselungsmechanismen, Push-Benachrichtigungen, Wiedergabemöglichkeiten für Audio und Video, Zugriff auf Smartphone-Komponenten wie GPS-Receiver und Adressbuch, aber auch Komponenten für das Einbetten von Werbung („iAd“) und Möglichkeiten zum Verkauf von Zusatzdiensten innerhalb einer Anwendung („In-App-Purchase“; vgl. Stäuble 2009, S. 33ff.). Den Programmieraufwand für die drei benannten Standardaufgaben zeigt Tabelle 44.

Tabelle 44: Aufwand zur Implementierung von Standardaufgaben (iOS)[131]

Aufgabe	Aufwand
Herstellen der Serververbindung	51 LoC
Parsen des XML-Dokuments	198 LoC
GUI-Erzeugung	73 LoC

129 Suchanfrage „iOS Development“, 13.08.2011.

130 Bei C handelt es sich um eine imperative Programmiersprache, die in den frühen 1970er Jahren in den AT&T Bell Laboratories entwickelt und später in Form von Objective-C, C++ und C# weiterentwickelt wurde (vgl. Kochan 2011, S. 1; Liberty 1999, S. 30).

131 Henkel 2011, S. 51.

Im Rahmen von Xcode stellt Apple einen Simulator für Macintosh-Geräte zur Verfügung. Gleichzeitig kann die Anwendung auch aus der Entwicklungsumgebung auf ein angeschlossenes Endgerät übertragen werden, um sie dort zu testen (vgl. Kochan 2011, S. 451). Der Test auf einem Endgerät pro Endgeräteklasse ist zur Sicherstellung der verlässlichen Ausführung ausreichend. Dies liegt vor allem daran, dass iOS nur auf Apples hauseigenen Endgeräten iPhone, iPad und iPod touch eingesetzt werden kann. Die Endgeräteheterogenität ist dadurch sehr gering: Alle Geräte haben Touchscreens, die in ihren Größen pro Endgeräteklasse wenig variieren und weisen eine geringe Anzahl Tasten auf, die pro Endgeräteklasse konstant sind (beim iPhone beispielsweise vier: Einschalter, Lautstärke, Stummschalter, Navigationstaste). Keine dieser Tasten wird zur Navigation innerhalb von Anwendungen genutzt.

Apple hat von Anfang 2008 bis Ende 2011 fünf Hauptreleases[132] des iOS veröffentlicht, dazwischen mehrere Releases mit kleineren Funktionserweiterungen oder Sicherheitsupdates. Eine Besonderheit bei Apple ist, dass alle Releases den Nutzern nach Veröffentlichung durch Apple zeitnah in iTunes angeboten werden. Nur die ältesten Endgeräte iPhone und iPhone 3G werden aufgrund ihrer Leistungsmerkmale nicht mehr mit Updates versorgt – die restlichen Endgeräte weisen in der Regel einen aktuellen Betriebssystemversionsstand auf. Im Januar 2011 hatten rund 90 % aller iPhones ein aktuelles Hauptrelease installiert (vgl. Lieb 2011).

iOS-Anwendungen werden für das iPhone[133] oder das iPad entwickelt und auf die jeweilige Displaygröße optimiert. iPad-Anwendungen laufen nicht auf iPhones, iPhone-Anwendungen jedoch in einem Fenster auf dem iPad. Alternativ kann die Anwendung mit dem Faktor 2 auf dem iPad hochskaliert werden, was jedoch optisch wenig ansprechend ist. iOS-Anwendungen können nicht auf andere Betriebssysteme portiert werden.

Einführungs- und Ablösungsphase (3/6)

Die Distribution einer Anwendung kann über den Apple AppStore erfolgen, die Anwendung ist dann jedoch öffentlich sichtbar und unterliegt den Veröffentlichungsrichtlinien von Apple. Für den Unternehmenskontext kann die Anwendung via iTunes direkt installiert oder auf einem firmeneigenen Webserver zur Verfügung gestellt werden. Aktualisierungs- oder Entfernungsmechanismen sind

---

[132] Als Hauptrelease werden neue Betriebssystemversionen bezeichnet, bei denen der Betriebssystemhersteller nach eigenem Ermessen umfangreiche Veränderungen vorgenommen hat. Hauptreleases werden in der Regel durch das Erhöhen der ersten Stelle einer Versionsnummer (z. B. von 4.3.5 auf 5.0) gekennzeichnet. Nebenreleases enthalten weniger umfangreiche Veränderungen als Hauptreleases und werden je nach Änderungsumfang durch Veränderung der zweiten oder dritten Versionsnummernstelle (z. B. von 4.2.10 auf 4.3) gekennzeichnet.

[133] Der MP3-Player „iPod touch" kann ebenfalls iPhone-Anwendungen ausführen, da er technisch dem iPhone ähnelt.

nicht vorhanden (vgl. Apple 2011h). Die Distribution von Apps ist kostenlos.

Nutzung (4)
Die Ausführung der Anwendung ist ausschließlich abhängig vom Betriebssystem und der Betriebssystemversion, für die die Anwendung programmiert wurde. Eine verlässliche Ausführung ist dadurch gewährleistet, dass nur kompatible Anwendungen auf den jeweiligen Endgeräten ausgeführt werden können.

Wartung (5)
Apple veröffentlicht jährlich ein Hauptrelease von iOS. Anwendungen sind hierbei in der Regel aufwärts- aber nicht abwärtskompatibel, da sie ggf. neuere APIs nutzen. iOS-Anwendungen folgen dem Model-View-Controller-Entwurfsmuster (MVC; vgl. Mark/Nutting/LaMarche 2011, S. 34f.). Damit sind sie leicht zu warten.

Ergänzende Anmerkungen
Apples iOS ist ein geschlossenes System mit umfangreichen Bibliotheken und ausgereiften Entwicklungs- und Testtools. Es erleichtert die Anwendungsentwicklung und -wartung durch die Vorgabe eines Entwurfsmusters, klare Designrichtlinien und eine geringe Endgeräte- und Betriebssystemfragmentierung. Bei der Entwicklung der konzipierten Anwendung traten wenige Probleme auf: Nur das Darstellungsprinzip des Organisationsbaums musste im Vergleich zum ursprünglichen Konzept angepasst werden, um den Designrichtlinien von Apple zu entsprechen. Die entwickelte Personaltelegrammanwendung für Apple iOS zeigt Abbildung 98.



Abbildung 98: Beispielanwendung unter iOS[134]

134 Weitere Bildschirmfotos finden sich in Anhang A8.

9.3.2 RIM BlackBerry OS

Analysephase (1)
RIM bietet für BlackBerry OS eine Mehrzahl an Anwendungsentwicklungstechnologien. Ein klarer Trend für die Zukunft ist nicht abzusehen. Ursprünglich wurden Anwendungen in C++, später in Java entwickelt (vgl. Wargo 2009). In der Java-Programmierung ist zudem die Entwicklung reiner MIDlets möglich, die somit auch auf anderen Endgeräten mit Java ME-Virtual Machine ablauffähig sind, als auch von so genannten RIMlets, die die erweiterten Schnittstellen und Dienste des BlackBerry OS nutzen können, dafür aber auch auf die RIM-eigene VM beschränkt sind (vgl. ebd., S. 233). Ergänzend dazu bietet RIM seit BlackBerry OS 6 (veröffentlicht im August 2010) die Möglichkeit, Anwendungen mit HTML5, CSS und JavaScript zu erzeugen, so dass diese im BlackBerry-Webbrowser ablaufen („BlackBerry WebWorks"). Dafür stellt der Webbrowser umfangreiche proprietäre Schnittstellen zur Verfügung, mit denen Webanwendungen beispielsweise Daten per Server-Push empfangen können (vgl. RIM 2011d). Neben diesen Smartphone-Technologien ergibt sich eine Besonderheit bei den Tablets von RIM („PlayBook"): Diese verwenden ein anderes Betriebssystem, RIM BlackBerry Tablet OS, welches auf dem Echtzeitbetriebssystem QNX Neutrino[135] basiert (vgl. Viswanathan 2011).

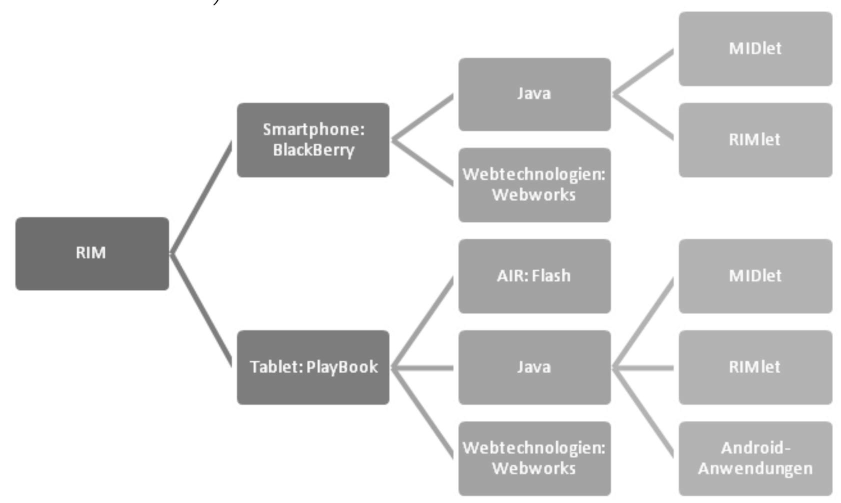


Abbildung 99: Entwicklungstechnologien bei RIM-Endgeräten

Für das PlayBook kann, wie beim Smartphone, mit WebWorks oder Java entwickelt werden – zusätzlich wird jedoch Adobe AIR (vgl. Abschnitt 8.4.2) unterstützt, bei dem Anwendungen mit Adobe Flash (vgl. Abschnitt 8.2.2) erzeugt werden können (vgl. RIM 2011e). Darüber hinaus kündigte RIM an, dass bereits ab

[135] QNX Neutrino ist ein proprietäres, unixartiges Echtzeitbetriebssystem (vgl. QNX 2011).

Sommer 2011 auch Android-Anwendungen auf dem PlayBook genutzt werden können (vgl. RIM 2011f), dies ist jedoch noch nicht realisiert worden. Einen Überblick der möglichen Entwicklungstechnologien zeigt Abbildung 99.

Aufgrund der Vielzahl der Entwicklungsmöglichkeiten wird im Nachfolgenden nur die für das Projekt notwendige Entwicklung von Java-basierten RIMlets beschrieben. RIM stellt detaillierte User Interface Guidelines sowohl für seine Smartphones als auch für seine Tablets zur Verfügung (vgl. RIM 2011g). Diese sind jedoch nicht verpflichtend und die Einhaltung wird bei einer Einreichung in der BlackBerry App World nicht überprüft (vgl. RIM 2011h).

Implementierungsphase (2)

Die Voraussetzungen für die Entwicklung von BlackBerry-Anwendungen sind gering: Entwicklungswerkzeuge können frei herunter geladen werden. Soll eine Anwendung bestimmte geschützte APIs (z. B. *net.rim.blackberry.api.phone*, *net.rim.device.api.synchronization* oder *net.rim.device.api.io.http;* vgl. RIM 2011i) nutzen, so ist zur Ausführung auf einem Endgerät eine digitale Signierung des Quellcodes nötig (vgl. Wargo 2009, S. 283). Entsprechende Schlüssel können kostenlos von RIM bezogen werden.

Für die Anwendungsentwicklung mit Java stellt RIM kostenlos ein Plugin für das weit verbreitete Programmierwerkzeug Eclipse[136] zur Verfügung[137]. Es integriert sich in die für Java-Programmierer häufig gewohnte Entwicklungsumgebung. Das bereitgestellte Plugin enthält jedoch keinen GUI-Builder, so dass die Oberfläche der Anwendungen bei dieser Form der Entwicklung händisch erzeugt werden muss. Nach einer kostenlosen Registrierung stehen umfangreiche Entwicklerinformationen und ein Support-Forum zur Verfügung. RIM bietet – im Gegensatz bspw. zu Apple – keine Unterstützung bei der Entwicklung von Anwendungen für BlackBerry OS, listet aber auf seiner Webseite Unternehmen auf, die dies leisten. Amazon führt 90 Bücher[138] zur Anwendungsentwicklung für BlackBerry. Die verwendete Programmiersprache Java ist zudem eine der am weitesten verbreiteten objektorientierten Programmiersprachen (vgl. Ullenboom 2003, S. 47f.), weshalb viele Entwickler und umfangreiche Literatur zur Verfügung stehen. RIM stellt zahlreiche Funktionalitäten zur Vereinfachung der Anwendungsentwicklung bereit: Unter Anderem zum Auslesen und Erzeugen von PIM-Inhalten, zur Kommunikation mit Servern, zum Zugriff auf Endgeräteschnittstel-

[136] Eclipse ist ein quelloffenes Werkzeug zur Erstellung von Software. Es wurde ursprünglich als IDE für Java entwickelt (vgl. Vaughan-Nichols 2003, S. 21f.), kann aber mittlerweile durch ein Plugin-System für viele Programmiersprachen genutzt werden.

[137] Parallel zur Entwicklung mit Eclipse stellt RIM noch das BlackBerry Java Development Environment als eigenständige IDE und das JDE Component Package zur Verfügung, mit der man auch mit weiteren IDEs wie Netbeans, IntelliJ und JCreator BlackBerry-Anwendungen programmieren kann (vgl. Wargo 2009, S. 279). Beide werden jedoch nicht mehr weiter entwickelt und ihre Verwendung wird von RIM nicht empfohlen.

[138] Suchanfrage „BlackBerry Development“, 19.08.2011.

len wie GPS-Receivern oder zum Empfangen von Push-Daten (vgl. Wargo 2009, S. 3f.). Dabei hält sich das Unternehmen an Industriestandards, die in Form von Java Specification Requests (JSR) festgehalten sind, beispielsweise JSR 82 für den Zugriff auf Bluetooth oder die Location API zur Ortung des Endgeräts (JSR 179; vgl. ebd., S. 235). Funktionalitäten, die bei anderen Betriebssystemen nicht vorzufinden ist, sind das Empfangen von Push-Daten durch den Client und der gesicherte Zugriff auf unternehmensinterne Applikationsserver über das so genannte Mobile Data System (MDS). Diese ermöglichen – falls notwendig – einen einfach Zugriff auf Unternehmensressourcen. Den konkreten Aufwand für die Programmierung von Standardaufgaben zeigt Tabelle 45.

Tabelle 45: Aufwand zur Implementierung von Standardaufgaben (BlackBerry OS)[139]

Aufgabe	Aufwand
Herstellen der Serververbindung	52 LoC
Parsen des XML-Dokuments	199 LoC
GUI-Erzeugung	805 LoC

Zum Testen von Anwendungen stellt RIM mehrere Simulatoren zur Verfügung, die verschiedene Endgeräte und Betriebssystemversion darstellen. Genauso kann eine Anwendung auch einfach aus der Entwicklungsumgebung heraus zum Testen auf ein Endgerät übertragen werden (vgl. King 2011, S. 34f.). Eine verlässliche Ausführung der Anwendung ist von der Betriebssystemversion des jeweiligen mobilen Endgeräts abhängig. Die Endgeräteheterogenität ist höher als bei Apple iOS (vgl. King 2011, S. 327ff.), jedoch niedriger als bei Betriebssystemen wie Google Android: BlackBerry-Smartphones haben typischerweise eine komplette Hardwaretastatur und einen vergleichsweise kleinen Bildschirm (vgl. RIM 2011j). Mittlerweile sind jedoch auch neuere Modelle zu finden, die auf eine Touchscreen-Bedienung ausgelegt sind. Die Betriebssystemfragmentierung ist hoch: Zwar stellt RIM Updates für BlackBerry OS zur Verfügung, jedoch hängt die Freigabe für den Nutzer vom Mobilfunkanbieter ab. Dementsprechend waren im Mai 2011 nur 18 % der Endgeräte auf dem aktuellsten Stand (vgl. Daniels 2011). Dies ist für Programmierer problematisch, da neueste APIs nicht genutzt werden können, ohne einen relevanten Anteil an Endgeräten auszuschließen (vgl. Wargo 2009, S. 278).

Eine in Java verfasste BlackBerry OS-Anwendung kann auf allen Smartphones von RIM genutzt werden, sofern die verwendeten APIs verfügbar sind – Black-

[139] Busch 2011, S. 43.

Berry OS-Anwendungen sind aufwärts- aber nicht abwärtskompatibel. Mit einem so genannten „Application Player“ (vgl. Kirkup 2011) können Java-Smartphone-Anwendungen auch auf dem BlackBerry Tablet „PlayBook“ laufen. Durch die Verwendung von Java können Anwendungen für andere Betriebssysteme portiert werden; der Aufwand dafür hängt davon ab, ob RIM-spezifische Schnittstellen genutzt worden sind (vgl. Wargo 2009, S. 230, S. 274).

Einführungs- und Ablösungsphase (3/6)
BlackBerry-Anwendungen können auf beliebigem Weg auf das Endgerät gelangen. Sie können beispielsweise per Mail versendet oder auf einem Web- oder Fileserver abgelegt werden. Zusätzlich dazu können über den BlackBerry Enterprise Server Anwendungen zentral gesteuert installiert, aktualisiert oder entfernt werden (vgl. ebd., S. 371ff.). Zudem stehen die BlackBerry App World und alternative Stores als Distributionskanal zur Verfügung, sofern die Anwendung öffentlich ist (vgl. ebd., S. 11). Die interne Distribution sowie die Registrierung und Bereitstellung von Anwendungen in der BlackBerry App World sind kostenlos. RIM kontrolliert bei der App World eingereichte Anwendungen und spezifiziert in seinen „Vendor Guidelines“ Gründe, die zur Ablehnung einer Anwendung führen können (vgl. RIM 2011h).

Nutzungsphase (4)
Die Ausführung einer Anwendung ist abhängig vom auf dem Endgerät installierten Betriebssystem. Stimmen die BlackBerry OS-Version auf dem Endgerät und die in der Anwendung verwendete SDK-Version zusammen, ist eine verlässliche Ausführung gewährleistet.

Wartungsphase (5)
RIM veröffentlicht ungefähr jedes Jahr ein neues Hauptrelease von BlackBerry OS. Aufgrund der Aufwärtskompatibilität von Anwendungen ist dies für Bestandsanwendungen unproblematisch. Explizite Richtlinien zur strukturierten Programmierung von BlackBerry-Anwendungen gibt es nicht. Aufgrund der Java ME-ähnlichen Programmierung ist eine saubere Trennung von Komponenten im Rahmen des MVC-Schemas nicht ohne Weiteres möglich.

Ergänzende Anmerkungen
Aufgrund der Betriebssystemfragmentierung bei BlackBerry-Endgeräten musste die ältere Java-Entwicklung genutzt werden, zudem konnten für das so genannte RIMlet auch keine neueren APIs genutzt werden. Diese Situation führte zu erhöhtem Aufwand, insbesondere auch, weil das GUI vollständig von Hand erzeugt werden musste. Exemplarisch sei benannt, dass für das Einfärben eines GUI-Elementes nicht einfach ein Farbwert gesetzt werden kann, sondern eine GUI-Element-bezogene Zeichenfunktion überladen werden muss. Die für BlackBerry

OS entwickelte Personaltelegramm-Anwendung auf Java-Basis zeigt Abbildung 100.



Abbildung 100: Beispielanwendung unter BlackBerry OS[140]

9.3.3 Google Android

Analysephase (1)
Android-Anwendungen werden mit Java entwickelt, wobei Teilkomponenten auch in Sprachen wie C oder C++ programmiert werden können (vgl. Google 2011g; Ableson/Sen/King 2011, S. 338ff.). Durch den Webbrowser können auch Webanwendungen genutzt werden, jedoch werden hierfür keine Android-spezifischen JavaScript-APIs für Endgeräte-Spezialfunktionen zur Verfügung gestellt. Android ermöglicht aber eine hybride Form der Anwendungsentwicklung: Durch Einbettung der Komponente „WebView" können Webanwendungen in einer Java-Anwendung geladen und JavaScript-Aufrufe an native Funktionen gebunden werden (vgl. Google 2011e). Google entwickelt kontinuierlich Richtlinien für die Oberflächenentwicklung in Android (vgl. Google 2011f) und stellt ein – im Vergleich zu Apples Vorgaben deutlich weniger umfangreiches – Dokument „Activity and Task Design Guidelines" zur Verfügung (vgl. Google 2011o). Aufgrund des bisherigen Fehlens umfangreicher Vorgaben – was die Programmierung erschwert (vgl. Allen/Graupera/Lundrigan 2010, S. 35) – haben die Anwendungsentwickler Design- und Interaktionsvorgaben teilweise von anderen Plattformen übernommen.

Implementierungsphase (2)
Für die Entwicklung von Anwendungen für Android sind nur geringere Voraussetzungen zu erfüllen. Das Software Development Kit kann ohne Registrierung heruntergeladen werden und bietet – analog zu BlackBerry OS – ein Plugin für Eclipse (ADT-Plugin, vgl. Google 2011h). Das ADT-Plugin unterstützt neben der

140 Weitere Bildschirmfotos finden sich in Anhang A8.

Programmierung auch den Oberflächenentwurf und das Debugging. Zusätzlich stehen Simulatoren zur Verfügung. Eine umfangreiche Dokumentation ist offen verfügbar, es existieren Entwickler-Mailinglisten, eine dynamische FAQ-Seite und IRC-Kanäle zum Chatten mit anderen Entwicklern werden angeboten. Amazon listet 360 Bücher[141] zur Anwendungsentwicklung für Google Android, darüber hinaus ist die Programmiersprache Java sehr gut dokumentiert. Auch die APIs für Android sind umfangreich und beinhalten beispielsweise Funktionen zur Ortung, den Zugriff auf Endgeräteschnittstellen wie NFC-Hardware, Zugriff auf PIM-Daten und Telefoniefunktionen (vgl. Google 2011i; Allen/Graupera/Lundrigan 2010, S. 35f.). Den Programmieraufwand für Standardaufgaben zeigt Tabelle 46.

Tabelle 46: Aufwand zur Implementierung von Standardaufgaben (Android)[142]

Aufgabe	Aufwand
Herstellen der Serververbindung	65 LoC
Parsen des XML-Dokuments	139 LoC
GUI-Erzeugung	736 LoC

Das Android SDK verfügt über einen Emulator, mit dem die Anwendungen am PC getestet werden können (vgl. Burnette 2010, S. 9ff.). Dieser kann verschiedene Versionen des Betriebssystems emulieren und optisch die Form unterschiedlicher Endgeräte annehmen (vgl. Google 2011j). Ebenso stehen weitere Werkzeuge, beispielsweise für Belastungstests[143], zur Verfügung. Aufgrund der Offenheit des Betriebssystems ist die Endgeräteheterogenität hoch – es existieren diverse Bauformen und Displaygrößen (vgl. Burnette 2010, S. 253ff.). Google definiert fixe Größenklassen für Displays, für die Entwickler unterschiedliche Oberflächenelemente hinterlegen können. Weiterhin wird der Einbau von Home-, Menü- und Zurücktasten in Endgeräte empfohlen (vgl. Google 2010, S. 16). Die Betriebssystemfragmentierung ist vergleichsweise gering, jedoch sind die meisten Endgeräte noch nicht auf dem aktuellen Betriebssystemversionsstand: Laut Google verwendeten im August 2011 rund 95 % der Endgeräte das letzte Hauptrelease für Smartphones (2.x), jedoch liefen 55 % noch auf Version 2.2 („Froyo"), statt auf der neueren 2.3er-Reihe („Gingerbread"; vgl. Google 2011k).

Android-Smartphone-Apps können auch auf Android-Tablets ausgeführt werden, ggf. sind jedoch optische Anpassungen nötig (vgl. Google 2011l). Durch

141 Suchanfrage „Android Development", 20.08.2011.
142 Trang 2011, S. 84.
143 Hierbei werden pseudo-zufällig Interaktionen an der Benutzerschnittstelle der Anwendung ausgelöst, um die Stabilität der Implementierung zu prüfen.

Programmierung in Java können die Anwendungen auf andere Plattformen mit Java VM portiert werden, was jedoch durch die speziellen Oberflächenelemente, Abläufe und APIs hohen Aufwand bedeutet.

Einführungs- und Ablösungsphase (3/6)
Android-Anwendungen können auf beliebigem Weg distribuiert werden, mit dem Marketplace steht aber auch ein offener AppStore zur Verfügung, bei dem man sich nur kostenlos registrieren muss (vgl. Google 2011m). Eine Signierung des Quellcodes führt das Android SDK im Hintergrund bereits selbständig durch (vgl. Burnette 2010, S. 270). Eine Überprüfung der Anwendungen durch Google findet nicht statt. Alternativ dazu existieren Mechanismen, um Google die Möglichkeit zu geben, Malware nachträglich von Endgeräten der Kunden wieder zu löschen („Remote Kill", vgl. Mick 2010). Aktualisierungs- und Entfernungsmechanismen für In-house-Anwendungen werden seitens Google nicht bereit gestellt.

Nutzungsphase (4)
Die verlässliche Ausführung einer Anwendung ist abhängig von der korrekten Android-Version auf dem Endgerät. Android-Anwendungen sind in der Regel aufwärtskompatibel, durch das offene System können jedoch auch weitere Abhängigkeiten, beispielsweise von Betriebssystemanpassungen seitens des Endgeräteherstellers, entstehen (vgl. Google 2011n). Entwickler können die kleinstmögliche Android-Version in der Anwendung angeben, so dass hierdurch die Installation auf älteren Endgeräten unterbunden wird. Die Angabe dieser Nummer ist jedoch nicht zwingend.

Wartungsphase (5)
Eine klare Frequenz bei der Veröffentlichung von Betriebssystemupdates ist nicht zu erkennen. Während die ersten Hauptreleases im Jahresabstand erfolgten, wurden ab „Froyo" (Android-Version 2.2) im Abstand von sieben Monaten neue Nebenreleases veröffentlicht. Die 3.x-Serie soll entgegen ursprünglichen Aussagen nur für Tablets verfügbar sein. Für eine gute Wartbarkeit gibt Google Strukturen für Android-Programme vor (z. B. „Activities", „Intents"; vgl. Ableson/Sen/King 2011, S. 13ff.), die diese in saubere Teilbereiche partitionieren.

Ergänzende Anmerkungen
Die Anwendungsentwicklung für Android ist gut erprobt und solide; größere Probleme traten dabei nicht auf. Eine Herausforderung war die Entwicklung des Organisationsbaums (siehe Abbildung 101, Mitte), da hierfür kein Oberflächenelement zur Verfügung stand und dieses selbst entwickelt werden musste. Die entwickelte Personaltelegramm-Anwendung für Google Android zeigt Abbildung 101.

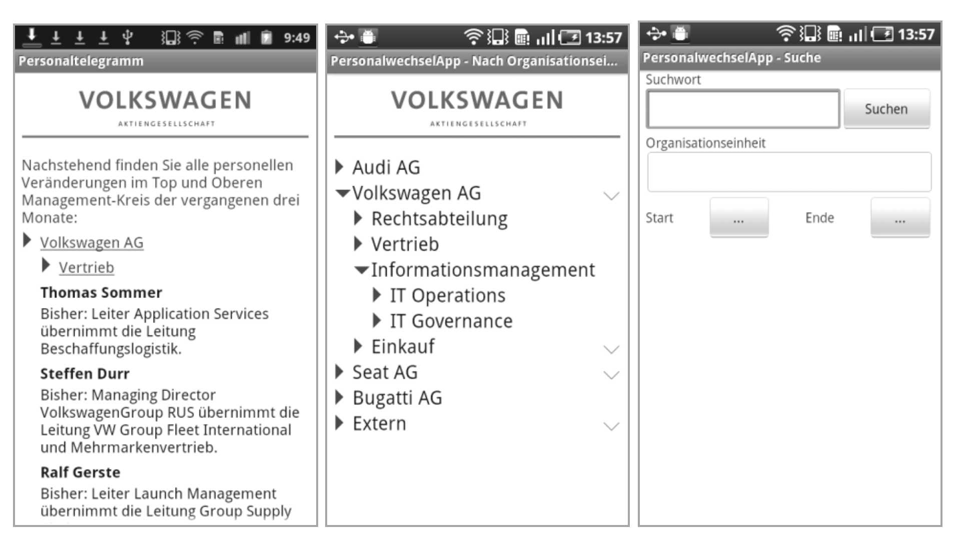


Abbildung 101: Beispielanwendung unter Android[144]

9.3.4 Webtechnologien

Analysephase (1)
Im WWW haben sich Standards[145] ausgeprägt, die die mobile Webanwendungsentwicklung auf HTML/XHTML[146] für Seitenstrukturen, CSS für das Design und JavaScript für clientseitige Dynamik festlegen. Entscheidungsbedarf gibt es dabei aber bei der Nutzung beispielsweise von Oberflächenframeworks zur Erzeugung eines App-Look-and-Feel: Diese unterscheiden sich funktional stark und weisen unterschiedliche Abhängigkeiten auf (vgl. Abschnitt 8.4.5). Dies muss jeweils mit den Anforderungen der konkreten Anwendung abgeglichen werden. Strikte Design- und Interaktionsvorgaben gibt es für mobile Webapplikationen nicht, das W3C veröffentlicht jedoch Guidelines wie die „Mobile Web Application Best Practices“ (vgl. W3C 2010a). In der Praxis lehnen sich viele Entwickler und Frameworks an das Oberflächendesign von Apple iOS an.

Implementierungsphase (2)
Die Entwicklungsvoraussetzungen sind gering, jedes beliebige Entwicklungswerkzeug – von einem einfachen Texteditor bis hin zu umfangreichen Entwicklungsumgebungen wie Eclipse – kann genutzt werden. Für alle Technologien gibt es

144 Weitere Bildschirmfotos finden sich in Anhang A8.
145 Standardisierungsaufgaben erfüllt in diesem Fall das World Wide Web Consortium (W3C; vgl. W3C 2011).
146 HTML und XHTML werden zurzeit zu HTML5 zusammengeführt. Während dieses Standardisierungsprozesses können Teile des Standards jedoch bereits genutzt werden (vgl. Spiering/Haiges 2010, S. 7f.).

vielfältige, jedoch dezentrale Diskussionsforen und Wissensquellen im WWW. Es existiert eine Vielzahl von Büchern, die sich mit dem mobilen Webdesign als Vorstufe, mobilen Webanwendungen und insbesondere den benötigten Basistechnologien beschäftigen. Da diese Technologien auch zum Erstellen von Webseiten benötigt werden, haben sie einen hohen Verbreitungsgrad. Der Funktionsumfang, den Webbrowser in Form von JavaScript-APIs zur Verfügung stellen, ist im Vergleich zu den Entwicklungsumgebungen der vorgenannten Betriebssysteme deutlich limitiert. Zwar gibt es mit HTML5 beispielsweise Funktionen, um lokale SQL-Datenbanken zu nutzen (vgl. Abschnitt 8.4.1) oder die GPS-Koordinaten des Endgeräts zu erfragen (vgl. Abschnitt 8.4.3), die Schnittstellen zum Zugriff auf telefonspezifische Funktionen (z. B. Auslesen von PIM-Daten) sind jedoch derzeit noch in der Standardisierung und Umsetzung. Dafür bietet die Webplattform die Möglichkeit, einfach weitere Bibliotheken wie beispielsweise jQuery (z. B. zum Parsen von XML- oder JSON-Daten; vgl. jQuery 2011; Spiering/Haiges 2010, S. 53ff.) einzubinden. Den Programmieraufwand für Standardaufgaben zeigt Tabelle 47.

Tabelle 47: Aufwand zur Implementierung von Standardaufgaben (Webtechnologien)[147]

Aufgabe	Aufwand
Herstellen der Serververbindung	18 LoC
Parsen des XML-Dokuments	55 LoC
GUI-Erzeugung	285 LoC

Zum Testen kann ein Webbrowser auf einem PC oder einem mobilen Endgerät verwendet werden. Webbrowser wie Firefox bieten hierfür auch Plugins zum Debuggen von JavaScript-Code an. Die Möglichkeit, eine Anwendung schnell zu testen (da weder ein Simulator noch eine Installation auf einem Endgerät nötig ist) wird jedoch dadurch konterkariert, dass die Anwendung in mehreren Webbrowsern getestet werden muss (vgl. Frederick/Lal 2009, S. 259ff.). Die Endgeräteheterogenität ist aufgrund der breiten Einsatzmöglichkeiten hoch, jedoch sind Webstandards gerade hierauf ausgelegt. Die Anwendung läuft auf allen Endgeräten mit einem Webbrowser, der die genutzten Standards unterstützt. Einschränkungen können hier beispielsweise durch verwendete Oberflächen-Frameworks (vgl. Abschnitt 8.4.5) entstehen, die nur in bestimmten Webbrowsern nutzbar sind. In diesem Fall bleibt die Anwendung in anderen Webbrowsern jedoch zumeist nutzbar, nur das Oberflächendesign kann nicht für mobile Endgeräte optimiert werden. Eine Portierbarkeit der Anwendung ist nicht nötig, mobile Webapplikationen

147 Hohmann 2011, S. 64.

können jedoch mit Frameworks wie PhoneGap/Cordova in native Anwendungen für Betriebssysteme wie das iOS umgewandelt werden[148].

Einführungs- und Ablösungsphase (3/6)
Da Webanwendungen nur im Betriebssystem verlinkt werden, müssen sie nicht installiert oder aktualisiert werden. Bei der Ablösung einer Software kann der Nutzer einfach vom alten Anwendungssystem zum Neuen direkt umgeleitet werden. Distributionskosten entstehen keine, eine Einflussnahme findet ebenfalls nicht statt, da die Anwendung sich ausschließlich auf einem Webserver des Unternehmens befindet.

Nutzungsphase (4)
Die verlässliche Ausführung einer Anwendung ist von den konkret verwendeten Standards, Frameworks und vom Webbrowser abhängig (vgl. Spiering/Haiges 2010, S. 10).

Wartung (5)
Konkrete Programmierrichtlinien für mobile Webanwendungen existieren nicht, üblicherweise wird im Web jedoch das MVC-Entwurfsmuster verwendet. Häufig sind mobile Webanwendungen jedoch AJAX-basiert (vgl. Abschnitt 8.4.4), was eine saubere Trennung der Komponenten erschwert.

Ergänzende Anmerkungen
Für die Entwicklung der Personaltelegrammanwendung wurde das Framework Sencha Touch ausgewählt, da es ein sehr gutes App-Look-and-Feel erzeugt und viele benötigte Funktionen bereitstellt. Aufgrund dieser Entscheidung musste die Oberfläche der Anwendung jedoch händisch erzeugt werden, da kein entsprechender GUI-Builder existiert und die Oberflächenelemente deklarativ mit JavaScript definiert werden (vgl. Oehlman/Blanc 2011, S. 256f.). Zudem ergab sich ein Problem mit jenen BlackBerry-Endgeräten, die nicht über ein berührungssensitives Display, sondern über ein Trackpad bedient werden (z. B. BlackBerry Bold 9780): Webbrowser unterscheiden zwischen so genannten Touch-Events (Bedienung per Finger) und Mouse-Events, wie sie der BlackBerry-Browser bei der Trackpad-Nutzung auslöst. Da Sencha Touch aber nur Touch-Events verarbeitetet, musste der Framework-Quellcode für Non-Touch-BlackBerry-Endgeräte modifiziert werden. Durch wenige Zeilen Quellcode werden Mouse-Events in Touch-Events umgewandelt. Die Anwendung funktioniert auf allen drei zu unterstützenden Plattformen, wie Anhang A8 zeigt. Die mit Hilfe von Webtechnologien umgesetzte Personaltelegrammanwendung zeigt Abbildung 102.

[148] Dies erfordert jedoch eine asynchrone Implementierung (vgl. Abschnitt 8.4.4) der Webanwendung und eine Entwicklungsumgebung für jedes Zielbetriebssystem.



Abbildung 102: Beispielanwendung realisiert mit Webtechnologien[149]

9.4 Vergleich und Fazit

Die vorhergehenden Abschnitte haben deutliche Unterschiede zwischen der nativen und webbasierten Anwendungsentwicklung, aber auch bei der nativen Anwendungsentwicklung zwischen den verschiedenen Betriebssystemen gezeigt (zusammengefasst in Anhang A6). Diese werden im Nachfolgenden entlang der Phasen der Anwendungsentwicklung diskutiert, mögliche Synergieeffekte bei der Entwicklung mehrerer nativer Anwendungen betrachtet und ein Fazit für das konkrete Projekt, in dem diese Erfahrungen gesammelt wurden, gezogen.

9.4.1 Phasenbetrachtung

Entlang der Phasen des Softwarelebenszyklus bilden sich die jeweiligen Vorteile der vier betrachteten Plattformen ab. Im Nachfolgenden werden die Vor- und Nachteile webbasierter mobiler Anwendungen gegenüber nativen Anwendungen herausgearbeitet.

9.4.1.1 Analysephase

In der *Analysephase (1)* hat eine Plattform wie Apples iOS Vorteile gegenüber Webtechnologien. Durch klar vorgegebene Entwicklungstechnologien (vgl. Tabelle 48) und Design- sowie Interaktionsrichtlinien (vgl. Tabelle 49) wird die Konzeption erleichtert.

149 Weitere Bildschirmfotos finden sich in Anhang A8.

Tabelle 48: Anwendungsentwicklungstechnologien im Vergleich

Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Webtechnologien
Objective-C und Webtechnologien	Java (RIM-spezifisch/RIM-unabhängig) und Webtechnologien; auf dem Tablet zusätzlich Flash und Android-spezifisches Java	Java und Webtechnologien, auch hybrid	HTML/XHTML, CSS, JavaScript

Dieser Vorteil prägt sich jedoch nur bei iOS so stark aus, da beispielsweise RIM BlackBerry OS durch sein hohe Vielfalt an möglichen Entwicklungstechnologien (für Smartphones und Tablets fünf Varianten, vgl. Abbildung 99) auch tiefere Analysen und Entscheidungen nötig macht, die mit der Auswahl von Oberflächenframeworks bei Webtechnologien vergleichbar sind.

Tabelle 49: Design- und Interaktionsvorgaben im Vergleich

Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Webtechnologien
Strikt, verpflichtend für die Distribution im AppStore	Vorhanden, aber keine Verpflichtung	Teilweise vorhanden, keine Verpflichtung	Teilweise vorhanden, keine Verpflichtung

9.4.1.2 Implementierungsphase

In der *Implementierungsphase (2)* ergibt sich ein gemischtes Bild: Webtechnologien haben hier Vorteile durch die offene Wahl der Entwicklungsumgebung, die weite Verbreitung der Programmiersprache (vgl. Tabelle 50) und damit verbunden einem leichten Zugang zu Wissen und einer großen Anzahl an Entwicklern am Markt. Diese Vorteile gelten jedoch weitgehend auch für die native Entwicklung für BlackBerry OS und Android, nur iOS ist hier durch die Verwendung von Objective-C nachteilhaft.

Tabelle 50: Verbreitung der Programmiersprachen im Vergleich

Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Webtechnologien
gering jenseits von Apples Betriebssystemen (Objective-C)	hoch (Java)	hoch (Java)	hoch (JavaScript; beliebige clientseitige Sprachen)

Eine Schwachstelle von Webtechnologien sind die vergleichsweise wenigen im Webbrowser verfügbaren APIs. Im Rahmen von HTML5 befinden sich weitere Schnittstellen zurzeit in einem Standardisierungsprozess. Zudem stehen zahlreiche Softwarekomponenten von Dritten zur Verfügung und können in eigene Anwendungen eingebunden werden.

Tabelle 51: Testwerkzeuge und -aufwand im Vergleich

Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Webtechnologien
Integriert in Xcode, Testaufwand gering	Mehrere Simulatoren, Testaufwand gering	Mehrere Simulatoren, Testaufwand mittel	Webbrowser, Testaufwand mittel

Bei der Verwendung von Webtechnologien ist ein erhöhter Testaufwand (vgl. Tabelle 51) nötig. Hier schneiden die nativen Entwicklungstechnologien tendenziell besser ab. Wie die Lines of Code für Standardaufgaben gezeigt haben, ist der Programmieraufwand für iOS- und Webanwendungen am geringsten (322 bzw. 358 LoC für die drei analysierten Programmieraufgaben; vgl. Tabelle 52).

Bei der Implementierung für Android und insbesondere für BlackBerry OS entstand zusätzlicher Aufwand durch die händische GUI-Erzeugung (940 bzw. 1.056 LoC). Der Implementierungsphase ist jedoch auch der zentrale Vorteil der Entwicklung mit Webtechnologien zuzuordnen: Sie funktionieren auf jedem Betriebssystem mit einem kompatiblen Webbrowser und haben keine Abhängigkeiten zu verschiedenen Endgeräteklassen – sie funktionieren auf Smartphones, Tablets und PCs; Frameworks wie Sencha Touch (vgl. Abschnitt 8.4.5) generieren mit wenig Aufwand auch optimierte Darstellungen für Geräte mit größeren Displays als Smartphones (vgl. Douglas 2011).

Tabelle 52: Programmieraufwand im Vergleich[150]

	Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Webtechnologien
Server-verbindung	51	52	65	18
XML-Parsing	198	199	139	55
GUI	73	805	736	285
Σ	322	1.056	940	358

9.4.1.3 Einführungs- und Ablösungsphase

In der *Einführungs- und Ablösungspha*se *(3/6)* zeigen sich sowohl die Vorteile offener Betriebssysteme als auch die spezielle Unternehmensausrichtung von RIM.

Tabelle 53: Distributionswege im Vergleich

Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Webtechnologien
Installation über iTunes, Bereitstellung auf Webserver; keine Aktualisierung oder automatische Entfernung	Beliebige Distributionswege; zentral gesteuerte Installation, Aktualisierung und Entfernung über BlackBerry Enterprise Server	Beliebige Distributionswege; keine Aktualisierung oder automatische Entfernung	nicht notwendig

Während bei iOS die Distribution von Anwendungen über iTunes oder durch das Ablegen auf einem Webserver erfolgt und keine automatischen Aktualisierungsroutinen existieren, bietet BlackBerry OS mit dem BlackBerry Enterprise Server Möglichkeiten zum Installieren, Aktualisieren und Entfernen von Anwendungen over-the-air (vgl. Tabelle 53). Webbasierte Anwendungen dagegen müssen nicht installiert oder aktualisiert werden, die aktuellste Version ist immer auf dem Webserver hinterlegt und wird von den mobilen Endgeräten automatisch geladen.

150 Werte aus: Busch 2011, S. 43, Henkel 2011, S. 51, Hohmann 2011, S. 64 und Trang 2011, S. 84.

9.4.1.4 Nutzungsphase

In der *Nutzungsphase (4)* sind webbasierte Anwendungen unabhängig vom Update von Betriebssystemen, ihre verlässliche Ausführung ist jedoch im Gegensatz zu nativen Anwendungen in einem geschlossenen System wie iOS nicht garantiert (vgl. Tabelle 54).

Tabelle 54: Verlässliche Ausführung im Vergleich

Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Webtechnologien
gewährleistet	abhängig von OS-Version	abhängig von OS-Version	Abhängig von Webbrowser, ggf. Verlust von Teilfunktionalität

Ähnliches kann jedoch auch für Android-Anwendungen gelten, da die Offenheit des Betriebssystems dem Programmierer weitreichende Möglichkeiten zum Eingriff in die Systemsoftware gibt, wodurch weitere Abhängigkeiten entstehen können.

9.4.1.5 Wartungsphase

Webtechnologien als Entwicklungsbasis können in der *Wartungsphase (5)* Vorteile gegenüber nativen Anwendungen haben, da sie nicht vom Betriebssystem und den Updatefrequenzen der Betriebssystemhersteller abhängig sind. Da jedoch keine klaren Programmierrichtlinien und Entwurfsmuster vorgegeben sind, müssen hier Entscheidungen durch die einsetzenden Unternehmen getroffen werden (vgl. Tabelle 55). In dieser Phase ergeben sich zudem weitreichende Unterschiede bei den nativen Anwendungen; angefangen bei den unterschiedlichen Updatevorgehensweisen bis hin zu den unterschiedlich stark vorgegebenen Strukturen innerhalb von Anwendungen.

Tabelle 55: Strukturvorgaben im Vergleich

Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Webtechnologien
MVC	-	eigenes Konzept	beliebiges Entwurfsmuster

Apple erzwingt hier das MVC-Schema, Google bietet ein eigenes Konzept, RIM lässt diese Frage vollkommen offen, wobei bei der klassischen Java ME-

Anwendungsentwicklung (der die Java-Entwicklung für BlackBerry OS stark ähnelt) eine saubere Komponententrennung schwer fällt.

9.4.2 Synergieeffekte

Synergieeffekte können sich bei der mehrfachen Entwicklung von Anwendungen primär durch die Übernahme von Oberflächenelementen oder Quellcode ausprägen. Dies war jedoch im vorliegenden Projekt nicht der Fall: Die typischen Oberflächen der drei verwendeten Betriebssysteme sind hochgradig unterschiedlich, wie Abbildung 103 zeigt. Das Look-and-Feel dieser Betriebssysteme ist ein Differenzierungsmerkmal und bei Betriebssystemen wie BlackBerry OS zusätzlich den bisher geringen Displaygrößen geschuldet.



Abbildung 103: Oberflächen der nativen Anwendungen im Vergleich[151]

Die Übernahme von Programmcode wäre prinzipiell zwischen BlackBerry OS und Android möglich gewesen, da beide die Programmiersprache Java einsetzen. Jedoch sind die verwendeten Schnittstellen hochgradig unterschiedlich, ebenso die internen Programmstrukturen.

9.4.3 Projektergebnis

Die Auswertung der im Rahmen der vier Implementierungsvorgänge (vgl. Abschnitt 9.3) erhobenen Ergebnisse kann sowohl mit Hilfe standardisierter Verfahren als auch rein argumentativ geschehen. Als Verfahren bietet sich in diesem Fall die Nutzwertanalyse (vgl. Zangemeister 1976, S. 45) an, die jedoch erfordert, dass sowohl die Kriterien des Kriterienkatalogs als auch die einzelnen Ausprägungen untereinander relativ gewichtet werden (vgl. Anhang A6). Damit können die ein-

[151] Von links nach rechts: iOS auf einem iPhone 3GS, BlackBerry OS auf einem BlackBerry Bold 9780, Android auf einem Samsung Galaxy S.

zelnen Plattformen relativ zueinander bewertet werden, jedoch entspricht dies einer subjektiven Einschätzung[152]. Eine Entscheidung zwischen der nativen Anwendungsentwicklung für mehrere Plattformen und einer plattformübergreifenden Anwendungsentwicklung ist damit nicht möglich.

Vergleicht man entlang der Phasen des Softwarelebenszyklus einzelne native Entwicklungstechnologien mit der Entwicklung von mobilen Webanwendungen (vgl. Abschnitt 9.4.1), so stellt man fest, dass die Entwicklung mit Webtechnologien aufwändiger sein kann als eine native Implementierung. Auffällig ist dies insbesondere im Vergleich mit Apple iOS, welches nicht nur die wenigsten Codezeilen in der Implementierung erforderte (vgl. Tabelle 52), sondern auch in den meisten Kriterien besser abschnitt: Durch gute Entwicklungswerkzeuge, klare Design-, Interaktions- und Programmierrichtlinien sowie eine geringe Endgeräte- und Betriebssystemfragmentierung erleichtert iOS die Anwendungsentwicklung.

Ergebnis 1:

Bei Beschränkung auf ein einziges Betriebssystem wäre die Implementierung für iOS-basierte Endgeräte die effizienteste Entwicklungsform für die vorliegende Anwendung.

Im vorliegenden Fall mussten jedoch mehrere Plattformen unterstützt werden und die webbasierte Anwendung konnte drei native Anwendungen ersetzen. Synergieeffekte bei den drei nativen Entwicklungsvorgängen ließen sich nicht in einem nennenswerten Umfang realisieren (vgl. Abschnitt 9.4.2), weshalb die Entwicklung einer webbasierten Anwendung eindeutig weniger Aufwand bedeutete, als drei native Implementierungsvorgänge durchzuführen. Zudem ist der Markt für mobile Betriebssysteme dynamisch, die Entwicklung einzelner mobiler Betriebssysteme ist nur schwer prognostizierbar und das Auftreten weiterer für das Unternehmen relevanter Betriebssystem kann daher nicht ausgeschlossen werden.

Ergebnis 2:

Durch die Notwendigkeit, mehrere mobile Betriebssysteme mit der Anwendung zu unterstützen, ist die Implementierung der Personaltelegramm-Anwendung mit Webtechnologien effizienter als eine mehrfache native Implementierung.

Eine Einschränkung ist, dass im Gegensatz zu den nativen Entwicklungen die Oberfläche nicht ideal an das Look-and-Feel und die Bedienung des jeweiligen Betriebssystems angepasst ist. Zwar generieren Frameworks wie Sencha Touch

[152] Eine beispielhafte Berechnung hierzu findet sich bei Hohmann (2011, S. 81f.).

auch automatisch Oberflächen für Tablet PCs (vgl. Abschnitt 8.4.5), eine Anpassung des Anwendungsdesigns an einzelne Betriebssysteme ist jedoch zurzeit noch nicht implementiert – eine dafür nötige Erkennung des Betriebssystems und Anpassung des Designs via CSS (vgl. Abschnitt 8.4.6) ist aber technisch möglich. Bisher nicht realisierbar ist dagegen die exakte Imitierung des Bedienprinzips von Android-Anwendungen. Diese arbeiten mit Hardwaretasten zum Aufruf von anwendungsinternen Menüs und zum Zurückwechseln zu früheren Anwendungszuständen. Da webbasierte Anwendungen im Webbrowser ablaufen, werden bei der Verwendung dieser Hardwaretasten die entsprechenden Funktionen des Webbrowsers, nicht der webbasierten Anwendung aufgerufen. Eine exakte Nachahmung der Navigation innerhalb von nativen Android-Anwendungen ist für Webanwendungen hierdurch nicht möglich. Zukünftige Untersuchungen sollten diese nicht-funktionalen Unterschiede zwischen nativen und webbasierten mobilen Anwendungen berücksichtigen.

10 Schlussbetrachtung

In der vorliegenden Arbeit wurden die Einsatz- und Nutzenpotentiale des mobilen Internets in Unternehmen untersucht, Herausforderungen analysiert und mögliche Lösungsansätze vorgestellt. Als Ergebnis dieser Untersuchung wurde eine Änderung der Softwarearchitektur mobiler Anwendungen vorgeschlagen. Dazu wurden die Chancen und Risiken dieses Lösungsansatzes sowie seine Effizienz untersucht. Die Ergebnisse wurden mittels Prototyping auf ihre Machbarkeit hin untersucht und im Kontakt zu Unternehmen auch in der Praxis evaluiert. Dieses Kapitel fasst die zentralen Ergebnisse der Untersuchung zusammen (Abschnitt 10.1) und gibt einen Ausblick auf die weitere Entwicklung (Abschnitt 10.2).

10.1 Zusammenfassung

Der vorliegende Abschnitt fasst die Ergebnisse der Arbeit entlang der vier Forschungsfragen und unter Rückverweis auf die entsprechenden Kapitel zusammen.

> Forschungsfrage 1:
> *Welche Nutzenpotentiale bringt der Einsatz von mobilem Internet im B2B-Bereich?*

Der innovative Anteil des mobilen Internets ist die Mobilität der Endgeräte, die eine jederzeitige Erreichbarkeit von Mitarbeitern und ihre mobile Einbindung in

Geschäftsprozesse ermöglicht (vgl. Abschnitt 3.1). Durch den Einsatz des mobilen Internets lassen sich Effizienz- und Effektivitätsvorteile erzielen: Geschäftsprozesse können verbessert und insbesondere beschleunigt werden, durch eine erhöhte Mitarbeiterproduktivität ist eine Kostensenkung zu erzielen und die bessere Informationsqualität ermöglicht qualitative höhere Leistungen (vgl. Abschnitt 3.4.2). Die Fallstudien in Kapitel 5 haben gezeigt, dass mobile Anwendungen primär der Kostenreduktion und der Verbesserung bereits vorhandener Geschäftsprozesse dienen.

Forschungsfrage 2:
Welche Einsatzpotentiale bestehen?

Das mobile Internet kann sinnvoll in jenen Branchen, Berufsgruppen und Unternehmensbereichen zum Einsatz kommen, in denen mobile Arbeit existiert. Hierfür konnten zahlreiche Bereiche identifiziert werden (vgl. Abschnitt 3.2). In und zwischen Unternehmen sind in allen Teilen der Wertschöpfungskette zahlreiche Einsatzpotentiale vorhanden, die über Standarddienste wie mobilen Datenzugriff oder mobile E-Mail hinausgehen – beispielsweise in der Lagerverwaltung, dem Flottenmanagement oder dem Customer Relationship Management (vgl. Abschnitt 3.3). Aufgrund technischer, organisatorischer und sozialer Faktoren wird der Einsatz von mobilem Internet zwischen Unternehmen jedoch häufig behindert. Der Business-to-Employee-Bereich wird daher am stärksten von mobilen Anwendungen adressiert (vgl. Abschnitt 3.4.1).

Forschungsfrage 3:
Welche Herausforderungen sind vorhanden?

Die zentralen Auslöser für Herausforderungen des Einsatzes von mobilem Internet in Unternehmen sind die Mobilität und die Heterogenität der Endgeräte (vgl. Abschnitt 4.1). Mobilität führt zu einer eindeutig anderen Nutzung des mobilen als des stationären Internets – dies muss sowohl bei der Anwendungskonzeption als auch bei der Infrastrukturplanung berücksichtigt werden (vgl. Abschnitt 4.3). Heterogenität ist bei mobilen Endgeräten sowohl bei Hard- als auch bei Software zu finden. Ein zentrales Problem ist dabei die Unterschiedlichkeit mobiler Betriebssysteme und ihre teilweise stattfindende Abschottung (vgl. Kapitel 6). Die Analyse in Endgerät- und Infrastruktur-orientierter Betrachtung führte zu sieben Themenkomplexen: Endgerätemanagement, Netzwerkverbindung, Optimierung von Anwendungen für Endgeräte, Datensicherheit, Integration, Anwendungsvarianten und Softwaredeployment (vgl. Abschnitt 4.5).

Forschungsfrage 4:
Welche Lösungsansätze bestehen, um die Herausforderungen zu adressieren?

Um den benannten Herausforderungen zu begegnen existieren verschiedene Anwendungsarten, Konzepte und Entwicklungsparadigmen für Anwendungen (vgl. Kapitel 7), wovon vier im Rahmen der Ausarbeitung vorgestellt worden sind: Mobile Device Management, Mobile Application Stores, Server-based Computing und Kontextadaption. Der weitestgehende Ansatz, die Realisierung von mobilen Anwendungen in Form von Server-based Computing, kann für eine plattformübergreifende Nutzbarkeit mobiler Anwendungen sorgen und so die Heterogenität im mobilen Internet teilweise überwinden. Er liefert zudem auch Lösungsbeiträge für weitere Problemstellungen wie die Softwaredistribution oder die Datensicherheit (vgl. Abschnitt 8.3). Aufgrund der weiten Verbreitung mobiler Webbrowser bietet sich dabei die Form der Webanwendung an. Für die Realisierung von mobilen Anwendungen in Form von Web Clients wurden sechs Problemfelder adressiert, die bereits heute mobil gelöst werden können, bisher jedoch nicht plattformunabhängig (vgl. Abschnitt 8.4.7). Die Effizienz der Anwendungsentwicklung mit Webtechnologien kann nur im konkreten Fall beurteilt werden und hängt von den zu unterstützenden mobilen Betriebssystemen und Endgeräteklassen, der marktlichen Entwicklung im Bereich mobiler Betriebssysteme und dem jeweiligen Unternehmen ab. Zur Beurteilung wurden die zu vergleichenden Kriterien in einem Katalog (vgl. Anhang A6) festgehalten.

10.2 Ausblick

Schon seit geraumer Zeit sehen Analysten das mobile Internet als globalen Trend und Massenphänomen (vgl. TNS 2009). Bis 2015 wird prognostiziert, dass das mobile Internet mehr Datenvolumen erzeugen wird, als das stationäre Internet (vgl. Morgan Stanley 2009). In Unternehmen wird diese Technologie bereits häufig eingesetzt (vgl. Kapitel 6), jedoch wird sich der Grad der Integration von mobilen Endgeräten in Unternehmensprozesse erhöhen. Weniger vorhersehbar ist zurzeit die Entwicklung im Bereich mobiler Anwendungen und insbesondere in Hinblick auf die mobilen Anwendungen zugrunde liegende Softwarearchitektur, die in den Kapiteln 8 und 9 intensiv diskutiert worden ist.

Befragt man Unternehmen nach ihrer Einschätzung zur zukünftigen Architektur mobiler Anwendungen, so stellt man deutliche Unterschiede bei Betrachtung des B2B- und B2C-Bereichs fest (vgl. Abbildung 104).

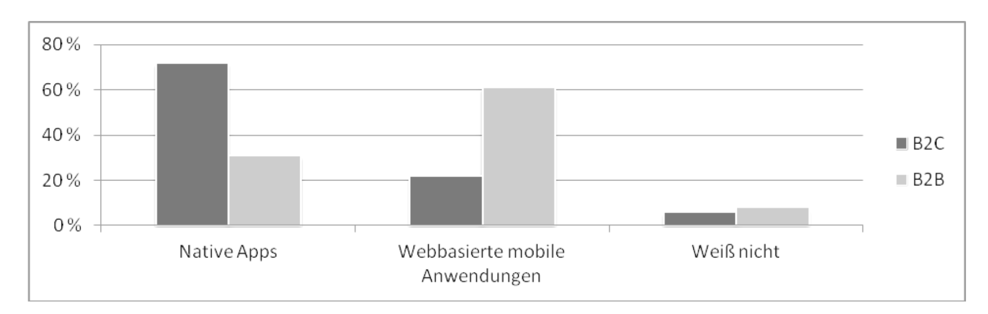


Abbildung 104: Dominierende Technologie in den nächsten fünf Jahren[153]

Im B2B-Bereich erwarten 61 % der befragten Unternehmen eine Dominanz von webbasierten mobilen Anwendungen in den nächsten fünf Jahren, 31 % gehen weiterhin von nativen Apps aus. Im B2C-Bereich ist das Bild anders herum, hier erwarten 72 % der befragten native Apps und nur 22 % webbasierte Anwendungen als dominierende Technologie (vgl. BITKOM 2011, S. 7f.). Mindestens im B2B-Bereich werden Apps bis 2015 vermutlich also an den Rand gedrängt und nur noch für wenige Anwendungsfälle genutzt werden.

Weiterer *Forschungsbedarf* ergibt sich auf allen Softwareschichten mobiler Endgeräte. Mobile *Betriebssysteme* bilden Plattformen aus, die offen (z. B. Google Android) oder geschlossen (z. B. Apple iOS) sind – dazwischen existieren verschiedene Grade von Offenheit. Beide Varianten haben für die Stakeholder der mobilen Wertschöpfungskette Vor- und Nachteile – beispielsweise in Bezug auf Sicherheit und Monetarisierungsmöglichkeiten. Dies ist genauer zu untersuchen. Ein weiteres Arbeitsgebiet ergibt sich aufgrund der in Unternehmen vorherrschenden Bedenken bezüglich des Datenschutzes und der Datensicherheit, welche ein Hemmnis für die Nutzung des mobilen Internets darstellen (vgl. Abschnitt 6.3.4). Dies betrifft primär ebenfalls die Ebene der Betriebssysteme, die für Nutzer teilweise nicht transparent sind. Hier sind Möglichkeiten zu finden, um die Sicherheit von Unternehmensdaten und die Privatsphäre der Anwender zu gewährleisten. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass Mitarbeiter verstärkt private mobile Endgeräte zu Unternehmenszwecken einsetzen, was als „Consumerization" oder „Bring Your Own Device" (BYOD) bezeichnet wird (vgl. Simone/Michel 2011, Bayer 2011).

Im Bereich der *Laufzeitumgebung* sind Webbrowser (vgl. Abschnitt 2.1.4.5) – sowohl im stationären als auch im mobilen Internet – zu wenig untersucht. Dies überrascht, da selbst im stationären Internet vermehrt Anwendungen nach dem Software-as-a-Service-Prinzip umgesetzt werden und hier ebenfalls Webbrowser eine wichtige Stellung einnahmen. Zu untersuchen sind Webbrowser hauptsächlich in Bezug auf ihre Sicherheit und Kompatibilität untereinander.

---

153 Prognose durch 518 Personen, vornehmlich aus der ITK-Branche (vgl. BITKOM 2011, S. 7f.).

Bei Betrachtung der *Anwendungsschicht* ergibt sich vor allem die Notwendigkeit, die Integration mobiler Endgeräte in Geschäftsprozesse zu vereinfachen. Während große Unternehmen ihre Geschäftsprozesse durch SOA flexibilisieren und über Integrationsserver die Einbindung erleichtern können, fehlt insbesondere KMU diese Möglichkeit.

Ebenso besteht Bedarf, die Entwicklung webbasierter mobiler Anwendungen zu vereinfachen. Zwar existieren Oberflächenframeworks zum Erzeugen einer GUI, die der Oberfläche und den Bedienprinzipen nativer Anwendungen ähnelt. Jedoch existiert hier noch keine Optimierung für konkrete mobile Betriebssysteme, wodurch die Usability geschwächt wird. Zudem erschwert die Verteilung der Anwendung die Entwicklung und das Debuggen webbasierter mobiler Anwendungen. Erprobte Entwurfsmuster wie das MVC-Schema können in diesem Typ mobiler Anwendung nur unzureichend eingesetzt werden, um eine solide Komponententrennung zu erzielen. Diese Aspekte sollten in zukünftigen Forschungsprojekten aufgegriffen werden.

Literaturverzeichnis

A

Ableson/Sen/King 2011: Ableson, W. F., Sen, R., King, K.: Android in Action, 2. Aufl., Stamford, 2011.

AdMob 2011: AdMob Inc.: AdMob for App Developers, http://www.admob.com/appdevs, Abruf am: 2011-06-03.

Adobe 2011: Adobe Systems: Adobe AIR – Browser vs. Desktop, http://www.adobe.com/products/air/comparison/, Abruf am: 2011-06-03.

Adobe 2011a: Adobe Systems: Adobe AIR – FAQ, http://www.adobe.com/products/air/faq/, Abruf am: 2011-06-03.

Adobe 2011b: Adobe Systems: Adobe AIR2, http://labs.adobe.com/technologies/air2/, Abruf am: 2011-06-03.

Adobe 2011c: Adobe Systems: Adobe AIR – Developer FAQ, http://learn.adobe.com/wiki/display/air/developer+faq#DeveloperFAQ-DoesAdobeAIRsupportmobiledevices, Abruf am: 2011-06-03.

Ahlgren/Markkula 2005: Ahlgren, R., Markkula, J.: Design Patterns and Organisational Memory in Mobile Application Development, in: Product focused software process improvement, Lecture Notes in Computer Science (LNCS) 3547, 2005, S. 143-156.

Ahonen 2009: Ahonen, T. T.: Explaining 4.6 billion mobile phone subscriptions on the planet, http://communities-dominate.blogs.com/brands/2009/11/explaining-46-billion-mobile-phone-subscriptions-on-the-planet.html, November 2009, Abruf am: 2011-08-26.

Aebi 2004: Aebi, D.: Praxishandbuch sicherer IT-Betrieb – Risiken erkennen – Schwachstellen beseitigen – IT-Infrastrukturen schützen, Wiesbaden, 2004.

Akquinet 2008: Akquinet: Mobile Lösungen auf Basis von SAP Netweaver sowie der SAP Mobile Infrastructure, http://www.akquinet.de/fileadmin/PDF_JASA/newsletter/NL-JaSa-11-2008.pdf, 2008, Abruf am: 2009-07-15.

Al-Hawamdeh 2004: Al-Hawamdeh, S.: Usability Issues and Limitations of Mobile Devices, in: Shi, N. S. (Hrsg.): Wireless Communications and Mobile Commerce, London, 2004, S. 247-267.

Alby 2008: Alby, T.: Das Mobile Web, München, 2008.

Allen 2009: Allen, M.: Palm webOS, Sebastopol, 2009.

Allen/Graupera/Lundrigan 2010: Allen, S., Graupera, V., Lundrigan, L.: Pro Smartphone Cross-Platform Development: iPhone, BlackBerry, Windows Mobile and Android Development and Distribution, New York, 2010.

Amberg et al. 2010: Amberg, M., Thiessen, I., Lang, M., Bartosch, B.: Mobile Application Marketplaces – an Investigation from Customers‘ Perspective, in: Schumann, M., Kolbe, L. M., Breitner, M. H., Frerichs, A. J. (Hrsg.): Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010, Göttingen, 2010, S. 541-554.

Ante 1974: Ante, B.: Investitionsgütermarketing – eine Besonderheit, in: Marketing Enzyklopädie, Band 2: Käuferverhalten-Produktmanagement, München, 1974, S. 437-452.

Appcelerator 2011: Appcelerator: Titanium Mobile – Native iPhone and Android Applications Rock, http://www.appcelerator.com/products/titanium-mobile-application-development/, Abruf am: 2011-09-01.

Apple 2009: Apple Inc.: iPhone in Unternehmen – Microsoft Exchange, http://images.apple.com/de/iphone/business/docs/iPhone_MS_Exchange.pdf, 2009, Abruf am: 2011-05-30.

Apple 2010: Apple Inc.: Safari Client-Side Storage and Offline Applications Programming Guide, http://developer.apple.com/safari/library/documentation/iPhone/Conceptual/SafariJSDatabaseGuide/Introduction/Introduction.html, 2010-08-20, Abruf am: 2011-06-03.

Apple 2010a: Apple Inc.: Introduction to The Objective-C 2.0 Programming Language, http://developer.apple.com/mac/library/documentation/Cocoa/Conceptual/ObjectiveC/index.html, 2010-12-08, Abruf am: 2011-06-05.

Apple 2010b: Apple Inc.: Apple verklagt HTC wegen Patentverletzung, http://www.apple.com/de/pr/library/2010/03/02patents.html, 2010-03-02, Abruf am: 2011-06-05.

Apple 2011: Apple Inc.: iPhone Developer Program – Distribute, http://developer.apple.com/programs/ios/distribute.html, Abruf am: 2011-05-30.
Apple 2011a: Apple Inc.: Apple web apps, http://www.apple.com/webapps/, Abruf am: 2011-06-05.
Apple 2011b: Apple Inc.: iOS Developer Library – Distributing Applications, http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/Xcode/Conceptual/iphone_development/145-Distributing_Applications/distributing_applications.html, Abruf am: 2011-07-22.
Apple 2011c: Apple Inc.: iPhone in Business – Works with your work, http://www.apple.com/iphone/business/integration/, Abruf am: 2011-06-22.
Apple 2011d: Apple Inc.: iOS Human Interface Guidelines, http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/userexperience/conceptual/mobilehig/Introduction/Introduction.html, 2011, Abruf am: 2011-08-14.
Apple 2011e: Apple Inc.: App Store Review Guidelines, https://developer.apple.com/appstore/resources/approval/guidelines.html, 2011, Abruf am: 2011-08-14.
Apple 2011f: Apple Inc.: iOS Developer Enterprise Program, http://developer.apple.com/programs/ios/enterprise/, 2011, Abruf am: 2011-08-14.
Apple 2011g: Apple Inc.: iOS Overview, http://developer.apple.com/library/ios/#referencelibrary/GettingStarted/URL_iPhone_OS_Overview/_index.html, 2011, Abruf am: 2011-08-16.
Apple 2011h: Apple Inc.: Distributing Enterprise Apps for iOS 4 Devices, http://developer.apple.com/library/ios/#featuredarticles/FA_Wireless_Enterprise_App_Distribution/Introduction.html, 2011, Abruf am: 2011-08-16.
Atteslander 2010: Atteslander, P.: Methoden der empirischen Sozialforschung, 13., durchgesehene Aufl., Berlin, 2010.
Aventeon 2011: Aventeon: Organisation, http://www.aventeon.com/DE/history.php?id=79, 2011, Abruf am: 2011-03-16.
Aventeon 2011a: Aventeon: Aventeon, http://www.aventeon.com/DE/, 2011, Abruf am: 2011-03-16.
Aventeon 2011b: Aventeon: Mobile Empowerment, http://www.aventeon.nl/userfiles/file/aventeon_de.pdf, 2011, Abruf am: 2011-03-16.
Aventeon 2011c: Aventeon: Standard Komponente, http://www.aventeon.nl/DE/partners.php?id=70, 2009, Abruf am: 2011-03-16.
Aventeon 2011d: Aventeon: Armortisationsdauer (ROI), http://www.aventeon.nl/DE/partners.php?id=72, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Aventeon 2011e: Aventeon: Einführung von Logistics.ONE, http://www.aventeon.nl/DE/partners.php?id=71, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Aventeon 2011f: Aventeon: Hardware, http://www.aventeon.nl/DE/specialisatie.php?id=73, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Aventeon 2011g: Aventeon: Meeus Gruppe auf dem Weg zu optimale Effektivität mit die Mobile Datenlösung, http://www.aventeon.nl/userfiles/file/meeus_group_de.pdf, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

B

Bachfeld 2009: Bachfeld, D.: iPhone OS 3.1 verfügbar, http://www.heise.de/security/meldung/iPhone-OS-3-1-verfuegbar-755401.html, 2009-09-10, Abruf am: 2011-06-05.

Bahn 2009: Deutsche Bahn AG: DB Railnavigator: Alle reisebegleitenden Services auf Ihrem Handy, http://www.bahn.de/p/view/buchung/mobil/railnavigator.shtml, 2009, Abruf am: 2009-09-24.

Bahn 2009a: Deutsche Bahn AG: So nutzen Sie den DB Railnavigator, http://www.bahn.de/p/view/mdb/bahnintern/fahrplan_und_buchung/mobile_services/downloads/MDB62050-dbrailnavigatorbenutzerhandbuch.pdf, 2009, Abruf am: 2009-09-24.

Balagtas-Fernandez/Hussmann 2009: Balagtas-Fernandez, F., Hussmann, H.: Evaluation of User-Interfaces for Mobile Application Development Environments, in: Human Computer Interaction. New Trends, Lecture Notes in Computer Science (LNCS) 5610, 2009, S. 204-213.

Ballard 2007: Ballard, B.: Designing the Mobile User Experience, Chichester, 2007.

Ballon/Walravens 2008: Ballon, P., Walravens, N.: Competing Platform Models for Mobile Service Delivery: the Importance of Gatekeeper Roles, in: Wareham, J., Busquets, X., Rodon, J. (Hrsg.): Proceedings of the 2008 7th International Conference on Mobile Business, Barcelona, 2008, S. 102-111.

Balzert 1982: Balzert, H.: Die Entwicklung von Software-Systemen – Prinzipen, Methoden, Sprachen, Werkzeuge, Mannheim, Wien, Zürich, 1982.

Balzert 2001: Balzert, H.: Lehrbuch der Software-Technik, 2. Aufl., Heidelberg, Berlin, 2001.

Balzert 2009: Balzert, H.: Lehrbuch der Software-Technik, 4. Aufl., Heidelberg, Berlin, 2009.

Banavar/Cohen/Soroker 2005: Banavar, G., Cohen, N., Soroker, D.: Pervasive Application Development: Approaches and Pitfalls, in: Ilyas, M., Mahgoub, I. (Hrsg.): Mobile Computing Handbook, New York, 2005, S. 48-64.

Bango 2011: Bango.net Ltd.: Who ist Bango?, http://bango.com/corporate, Abruf am: 2011-06-03.

Bapat 1994: Bapat, S.: Object-Oriented Networks, Models for Architecture, Operations and Management, Englewood Cliffs, 1994.

Barczok/Opitz 2009: Barczok, A., Opitz, R.: Mobile Trümpfe – Smartphone-Betriebssysteme im Vergleich, in: c't (2009) 23, S. 86-97.

Bauer 2003: Bauer, M. D.: Sichere Server mit Linux, Köln, 2003.

Baumgarten 2002: Baumgarten, U.: Technische Infrastruktur für das Mobile Business, in: Reichwald, R. (Hrsg.): Mobile Kommunikation – Wertschöpfung, Technologien, neue Dienste, Wiesbaden, 2002, S. 101-112.

Bayer 2008: Bayer, M.: Lizenz-Management, Software-Lizenzen richtig dosieren, http://www.pcwelt.de/start/software_os/office/praxis/157245/software_lizenzen_richtig_dosieren/index4.html, 2008, Abruf am: 2011-03-16.

Bayer 2011: Bayer, M.: ByoD – Albtraum oder Segen für CIOs?, http://www.computerwoche.de/management/it-strategie/2370513/, 2011-08-23, Abruf am: 2011-10-16.

Bea/Dichtl/Schweitzer 2001: Bea, F. X., Dichtl, E., Schweitzer, M.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Band 2: Führung, 8. Aufl., Stuttgart, 2001.

Bea/Dichtl/Schweitzer 2002: Bea, F. X., Dichtl, E., Schweitzer, M.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Band 3: Leistungsprozess, 8. Aufl., Stuttgart, 2002.

Becker/Pant 2010: Becker, A., Pant, M.: Android 2 – Grundlagen und Programmierung, 2. aktual. und erw. Aufl., Heidelberg, 2010.

Beier/Linke/Schulz 2010: Beier, A., Linke, A., Schulz, H.: Die eigene App – Entwickeln für Android, iPhone, WebOS, Symbian, Blackberry und Windows Mobile, in: c't (2010) 16, S. 90-95.

Beinhauer/Herr/Schmidt 2008: Beinhauer, W., Herr, M., Schmidt, A. (Hrsg.): SOA für Agile Unternehmen: Serviceorientierte Architekturen verstehen, einführen und nutzen, Düsseldorf, 2008.

Bender 2009: Bender, M.: eMail von Herrn Bender / Data One GmbH, erhalten am: 2009-07-10.

Benjamins et al. 2010: Benjamins, A., Egle, J., Kossahl, J., Prüfer, S., Schleif, C., Christmann, S.: Einführung eines Customer Relationship Management-Systems an der Universität Göttingen, in: Wirtschaftsinformatik online – Mitteilungen und Beiträge aus der WI-Community (WI.Online) 1 (2010) 1, S. 17-22.

Berger/Lehner 2003: Berger, S., Lehner, F.: Mobile B2B-Anwendungen, in: Mobile and Collaborative Business 2002, Proceedings zur Teilkonferenz der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2002, Bonn, 2003, S. 85-94.

Berlecon Research 2007: Berlecon Research: Lösungen für Mobile Device Management – Leistungskriterien, Analyse, Bewertung, Berlin, 2007.

Berman/Fox/Hey 2003: Berman, F., Fox, G., Hey, A.: The Grid: past, present, future. In: Berman, F., Fox, G., Hey, A. (Hrsg.): Grid Computing – Making the Global Infrastructure a Reality, Chichester, 2003, S. 9-50.

Beutler 2001: Beutler, D.: Herausforderung Electronic Business, in: Global Company: E-Business & M-Business – Einsichten, Ansichten und Ideen rund um das elektronische Business, Pulheim/Köln, 2001, S. 21-36.

Bieh 2008: Bieh, M.: Mobiles Webdesign: Webdesign für mobile Endgeräte, Galileo Computing, Bonn, 2008.

BITKOM 2005: Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.: White Paper RFID – Technologie, Systeme und Anwendungen; Ein Überblick für Unternehmen, die ihre IT-Systeme direct mit der "realen" Welt verbinden möchten und dafür den Einsatz von RFID-Technologie planen, http://epic.hpi.uni-potsdam.de/pub/Home/SensorNetworksAndIntelligentObjects2008/2BITKOM05_-_White_Paper_RFID.pdf, 2005, Abruf am: 2011-03-16.

BITKOM 2009: Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.: Mobile Datendienste boomen europaweit, http://www.bitkom.org/de/presse/62013_60380.aspx, 2009-07-16, Abruf am: 2010-07-26.

BITKOM 2011: Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.: Mobile Anwendungen in der ITK-Branche – Umfrage-Ergebnisse, http://www.bitkom.org/files/documents/App_Studie_20110511_einzel.pdf, 2011-06-01, Abruf am: 2011-08-25.

Black 1995: Black, U.: TCP/IP & related protocols, 2. Aufl., New York [u. a.], 1995.

Blom et al. 2008: Blom, S., Book, M., Gruhn, V., Hrushchak, R., Köhler, A.: Write Once, Run Anywhere – A Survey of Mobile Runtime Environments, in: Proceedings of the 3rd International Conference on Grid and Pervasive Computing – Workshops (GPC-WORKSHOPS), IEEE Computer Society, Washington, 2009, S. 132-137.

BMJ 2011: Bundesministerium der Justiz: Unternehmensregister, http://www.unternehmensregister.de, 2011, Abruf am: 2011-03-19.

Borrmann 2006: Borrmann, L.: Betriebssysteme, in: Rechenberg, P., Pomberger, G. (Hrsg.): Informatik-Handbuch, 4., aktualisierte und erweiterte Aufl., Wien, 2006, S. 663-704.

Breymann/Mosemann 2006: Breymann, U., Mosemann, H.: JavaME – Anwendungsentwicklung für Handys, PDA und Co., München, Wien, 2006.

Braun 2008: Braun, H.: WebKit – die unbekannte Größe, in: c't (2008) 2, S. 136-138.

Brown/Bovey/Chen 1997: Brown, P. J., Bovey, J. D., Chen, X.: Context-aware applications: From the laboratory to the marketplace, in: IEEE Personal Communications 4 (1997) 5, Oktober 1997, S. 58-64.

BSI 2006: BSI: Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen, Trends und Entwicklungen in Technologien, Anwendungen und Sicherheit, http://www.bsi.de/fachthem/rfid/RIKCHA.pdf, 2006, Abruf am: 2009-07-30.

Bundesnetzagentur 2010: Bundesnetzagentur: Jahresbericht 2010, http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Presse/Berichte/2011/Jahresbericht2010pdf.pdf, Abruf am: 2011-06-05.

Burnette 2010: Burnette, E.: Hello, Android – Introducing Google's Mobile Development Platform, 3. Aufl., Lewisville, Raleigh, 2010.

Busch 2011: Busch, S.: Wirtschaftlichkeit und Herausforderungen der Entwicklung mobiler Anwendungen für BlackBerry OS, Abschlussarbeit (unveröffentlicht), Professur für Anwendungssysteme und E-Business, 2011.

Buschmann et al. 2000: Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H., Sommerlad, P., Stal, M.: Pattern-orientierte Softwarearchitektur, München, 2000.

Buxmann/Hess/Lehmann 2008: Buxmann, T., Hess, T., Lehmann, S.: Software as a Service, in: Wirtschaftsinformatik 50 (2008) 6, S. 500-503.

Büllingen/Wörter 2000: Büllingen, F., Wörter, M.: Entwicklungsperspektiven, Unternehmensstrategien und Anwendungsfelder im Mobile Commerce, Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste, Diskussionsbeitrag Nr. 208, Bad Honnef, 2000.

C

Canalys 2009: Canalys Ltd.: Smartphones defy slowdown, http://www.canalys.com/pr/2009/r2009081.html, 2009-08-17, Abruf am: 2011-06-03.

Canalys 2011: Canalys Ltd.: Google's Android becomes the world's leading smart phone platform, http://www.canalys.com/pr/2011/r2011013.html, 2011-01-31, Abruf am: 2011-07-23.

Capra/Emmerich/Mascolo 2003: Capra, L., Emmerich, W., Mascolo, C.: CARISMA: Context-Aware Reflective mIddleware System for Mobile Applications, in: IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 29, 2003, S. 929-945.

Carema 2011: Carema: Über Carema GmbH, http://www.caremahardware.de/index.php?page=over_carema, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Caus 2010: Caus, T.: Anwendungen im mobilen Internet – Herausforderungen und Lösungsansätze für die Entwicklung und Gestaltung mobiler Anwendungen, in: Biethahn, J., Kolbe, L. M., Schumann, M. (Hrsg.): Göttinger Wirtschaftsinformatik, Band 63, Göttingen, 2010.

Caus/Christmann/Hagenhoff 2009: Caus, T., Christmann, S., Hagenhoff, S.: Development of Context-Aware Mobile Services: An Approach to Simplification, in: International Journal of Mobile Communications 7 (2009) 2, S. 133-153.

Caus/Christmann/Hagenhoff 2010: Caus, T., Christmann, S., Hagenhoff, S.: Empirical Assessment on User Acceptance of Mobile Applications Deployment, in: Giaglis, G. M., Zwass, V. (Hrsg.): Proceedings of the 9th International Conference on Mobile Business 2010/9th Global Mobility Roundtable 2010 (ICMB-GMR 2010), Athen, 2010, S. 243-250.

Caus/Hagenhoff 2007: Caus, T., Hagenhoff, S.: Innovative Geschäftsmodelle für das mobile Internet – Eine Fallstudienuntersuchung, in: Schumann, M. (Hrsg.): Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Universität Göttingen, Nr. 1, Göttingen, 2007.

Chae/Kim 2003: Chae, M., Kim, J.: What's So Different About the Mobile Internet?, in: Communications of the ACM, 46 (2003) 12, S. 240-247.

Chen/Kotz 2000: Chen, G., Kotz, D.: A survey of Context-Aware Mobile Computing Research, Dartmouth Computer Science Technical Report TR2000-381, http://www.cs.dartmouth.edu/~dfk/papers/chen:survey-tr.pdf, Abruf am: 2010-08-05.

Christiansen/Torkington 1999: Christiansen, T., Torkington, N.: Perl Kochbuch, Köln, 1999.

Christmann et al. 2009: Christmann, S., Caus, T., Voigts, R., Hagenhoff, S.: Optimizing Web Pages for Mobile Access, in: Isaías, P., White, B., Baptista Nunes, M. (Hrsg.): Proceedings of the IADIS International Conference WWW/Internet 2009, Volume 1, Rom, 2009, S. 408-415.

Christmann et al. 2010: Christmann, S., Hilpert, H., Thöne, T., Hagenhoff, S.: Datenschutz und Datensicherheit im Cloud Computing – Risiken und Kriterien zur Anbieterauswahl, in: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik 47 (2010) 275, S. 62-70.

Christmann et al. 2012: Christmann, S., Renatus, F., Kröbel, K., Schumann, M.: Empirische Befunde des Einsatzes von mobilem Internet in Unternehmen, Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI), angenommen, Braunschweig, 2012.

Christmann/Becker/Hagenhoff 2012: Christmann, S., Becker, A., Hagenhoff, S.: Lokalisierungsmöglichkeiten in mobilen Webbrowsern, in: Informatik-Spektrum 35 (2012) 1, S. 24-33.

Christmann/Caus/Hagenhoff 2008: Christmann, S., Caus, T., Hagenhoff, S.: Personalized Public-Transport Guidance Using Mobile End Devices, in: Oya, M., Uda, R., Yasunobu, C. (Hrsg.): Towards Sustainable Society on Ubiquitous Networks: The 8th IFIP Conference on e-Business, e-Services, and e-Society (I3E 2008), September 2008, Tōkyō, 2008, S. 185-195.

Christmann/Hagenhoff/Caus 2010: Christmann, S., Hagenhoff, S., Caus, T.: Webbasierte Anwendungen als Lösungsansatz für die Heterogenität im mobilen Internet, in: Schumann, M. (Hrsg.): Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Universität Göttingen, Nr. 3, Göttingen, 2010.

Christmann/Tornack/Schumann 2012: Christmann, S., Tornack, C., Schumann, M.: Location-Based Services – Definition, Komponenten und Anwendungsbeispiele, Wirtschaftswissenschaftliches Studium (WiSt), angenommen, 2012.

Clement 2002: Clement, R.: Geschäftsmodelle im Mobile Commerce, in: Silberer, G., Wohlfahrt, J., Wilhelm, T. (Hrsg.): Mobile Commerce – Grundlagen, Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren, Wiesbaden, 2002, S. 24-42.

Conder/Darcey 2010: Conder, S., Darcey, L.: Android Wireless Application Development, Boston, 2010.

Corsten 1985: Corsten, H.: Rationalisierungsmöglichkeiten in Dienstleistungsunternehmen, in: Jahrbuch der Absatz- und Verbrauchsforschung 31 (1985) 1, S. 23-48.

Crockford 2006: Crockford, D.: The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON), https://tools.ietf.org/html/rfc4627, Juli 2006, Abruf am: 2011-05-31.

Cunningham 2000: Cunningham, M. J.: B2B, erfolgreiche Geschäftsbeziehungen im Internet – Kosten senken, Abläufe optimieren, Synergien nutzen, München, 2000.

D

Daniels 2011: Daniels, H.: RIM also struggling with OS fragmentation, http://www.techsmart.co.za/features/news/RIM_releases_latest_BlackBerry_OS_usage_figures.html, 2011-07-06, Abruf am: 2011-08-19.

Data One 2009: Data One: Data One Mobile Warehousemanagement, http://www.dataone.de/de/Loesungen/dataonemobile/Documents/Flyer%20Warehousemanagement%20US%20Letter.pdf, 2009, Abruf am: 2009-07-30.

Data One 2009a: Data One: Data One Mobile Inventur, http://www.dataone.de/de/Loesungen/dataonemobile/Seiten/DataOneMobileInventurSAP.aspx, 2009, Abruf am: 2009-07-30.

Data One 2011: Data One: Agiles Business in einer mobilen Welt, http://www.dataone.de/de/unternehmen/Seiten/default.aspx, 2011, Abruf am: 2011-03-15.

Data One 2011a: Data One: Wie gemacht für Ihre Branche, http://www.dataone.de/de/branchen/Seiten/default.aspx, 2011, Abruf am: 2011-03-15.

Data One 2011b: Data One: Lösungen für Ihr Unternehmen, http://www.dataone.de/DE/LOESUNGEN/Seiten/default.aspx, 2011, Abruf am: 2011-03-15.

Data One 2011c: Data One: Data One Mobile Solutions, http://www.dataone.de/de/Loesungen/dataonemobile/Seiten/default.aspx, 2011, Abruf am: 2011-03-15.

Data One 2011d: Data One: Data One Mobile Warenentnahme, http://www.dataone.de/de/Loesungen/dataonemobile/Seiten/DataOneMobileWarenentnahme.aspx, 2011, Abruf am: 2011-03-15.

De Reuver/Bouwman/De Koning 2008: De Reuver, M., Bouwman, H., De Koning, T.: The Mobile Context explored, in: Bouwman, H., De Vos, H., Hakker, T. (Hrsg.): Mobile Service Innovation and Business Models, Heidelberg, 2008, S. 89-114.

Dern 2010: Dern, D.: Writing small – Too many platforms can spoil the smartphone app, in: IEEE Spectrum (2010) 6, S. 14-15.

DESTATIS 2008: Statistisches Bundesamt: Klassifikation der Wirtschaftszweige, http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatisg/Internet/DE/Content/Klassifikationen/GueterWirtschaftklassifikationen/klassifikationwz2008__erl,property=file.pdf, Dezember 2008, Abruf am: 2011-08-03.

DESTATIS 2010: Statistisches Bundesamt: Nutzung von Betriebssystemen auf Computern nach Marken, http://de.statista.com/statistik/daten/studie/168801/umfrage/nutzung-von-betriebssystemen-auf-computern-nach-marken/, Oktober 2010, Abruf am: 2011-05-22.

DESTATIS 2010a: Statistisches Bundesamt: Informations- und Kommunikationstechnologien – Anteil der Unternehmen mit Computernutzung, Internetzugang und eigener Website, http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Informationsgesellschaft/Unternehmen/Tabellen/Content75/AnteilUnternehmenComputernutzung,templateId=renderPrint.psml, Mai 2010, Abruf am: 2011-08-06.

DESTATIS 2011: Marktanteile am Absatz von Smartphones weltweit vom 1. Quartal 2009 bis zum 1. Quartal 2011 nach Betriebssystem, http://de.statista.com/statistik/daten/studie/73662/umfrage/marktanteil-der-jeweiligen-betriebssysteme-bei-smartphones/, Mai 2011, Abruf am: 2011-05-22.

Detecon 2003: Detecon & Diebold Consultants: m-Business – Quo vadis?, http://www.iwi.unihannover.de/lv/seminar_ss03/Dittel/Literaturlinks/Detecon/quo%20vadis%20deutsch.pdf, 2003, Abruf am: 2011-06-05.

Dettmer 2007: Dettmer, A.: eMail von Frau Dettmer / HaCon Ingenieurgesellschaft mbH, erhalten am: 2007-01-25.

Dey/Abowd 2000: Dey, A. K., Abowd, G. D.: Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness., in: Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2000), La Hague, 2000.

Diekmann 2010: Diekmann, A.: Empirische Sozialforschung – Grundlagen, Methoden, Anwendungen, 4. Aufl., Hamburg, 2010.

Diekmann/Hagenhoff 2003: Diekmann, T., Hagenhoff, S.: Ubiquitous Computing – State of the Art, in: Schumann, M. (Hrsg.): Arbeitsberichte der Abt. Wirtschaftsinformatik II, Universität Göttingen, Nr. 24, Göttingen, 2003.

Distimo 2011: Distimo B. V.: Nokia Ovi Store, http://www.distimo.com/appstores/stores/view/21-Nokia_Ovi_Store/, 2011-07-05, Abruf am: 2011-07-23.

Distimo 2011a: Distimo B. V.: BlackBerry App World, http://www.distimo.com/appstores/app-store/20-BlackBerry_App_World, 2011-07-05, Abruf am: 2011-07-23.

Douglas 2011: Douglas, R.: Build an iPad app with Sencha Touch, .net magazine #213, April 2011, S. 86ff.

Dölle 2008: Dölle, M.: Linux-Smartphone Freerunner von Openmoko im Handel, http://www.heise.de/mobil/newsticker/meldung/110105/, 2008-06-27, Abruf am: 2011-06-05.

Du/Gupta 2005: Du, Y., Gupta, S. K. S.: Cache Management in Wireless and Mobile Computing Environments, in: Ilyas, M., Mahgoub, I. (Hrsg.): Mobile computing handbook, Boca Raton, 2005, S. 53-72.

Duden 2007: Duden – Deutsches Universalwörterbuch, 6., überarbeitete Aufl.. Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich, 2007.

Dumke 2003: Dumke, R.: Software Engineering: Eine Einführung für Informatiker und Ingenieure: Systeme, Erfahrungen, Methoden, Tools, Wiesbaden, 2003.

Dunkel et al. 2008: Dunkel, J., Eberhart, A., Fischer, S., Kleiner, C., Koschel, A.: Systemarchitekturen für Verteilte Anwendungen – Client-Server, Multi-Tier, SOA, Event-Driven Architectures, P2P, Grid, Web 2.0, München 2008.

Dunkel/Holitschke 2003: Dunkel, J., Holitschke, A.: Softwarearchitektur für die Praxis, Berlin, Heidelberg, New York, 2003.

Dunlop/Brewster 2002: Dunlop, M., Brewster, S. A.: The Challenge of Mobile Devices for Human Computer Interaction, in: Personal and Ubiquitous Computing 4 (2002) 4, S. 235-236.

Dustdar/Gall/Hauswirth 2003: Dustdar, S., Gall, H., Hauswirth, M.: Software-Architekturen für Verteilte Systeme – Prinzipien, Bausteine und Standardarchitekturen für moderne Software, Berlin, Heidelberg, New York, 2003.

E

Ebert/Klotzek 2008: Ebert, M., Klotzek, T. (Hrsg.): Neon – Unnützes Wissen, 1374 skurrile Fakten, die man nie mehr vergisst, München, 2008.

EC 2006: Europäische Kommission: Die neue KMU-Definition – Benutzerhandbuch und Mastererklärung, http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/files/sme_definition/sme_user_guide_de.pdf, 2006, S. 14, Abruf am: 2011-08-03.

ECaTT 2000: Electronic Commerce and Telework Trends, Benchmarking progress on new ways of working and new forms of business in Europe (No. 99.0009), Bonn, 2000.

Eckert 2003: Eckert, C.: Mobil, aber sicher!, in: Mattern, F. (Hrsg.): Total vernetzt – Szenarien einer informatisierten Welt, Berlin [u. a.], 2003, S. 85-122.

Eco 2011: Eco e. V.: Mobile Entertainment 2011, Köln, 2011.

Eernisse 2006: Eernisse, M.: Build Your Own AJAX Web Applications, Melbourne, 2006.

Eggers 2005: Eggers, T.: Evaluierung beispielhafter Geschäftsmodelle für das mobile Internet auf Basis von Marktbetrachtungen und technologisches Gegebenheiten, Frankfurt am Main, 2005.

Ehrenstein 2009: Ehrenstein, C.: Adobe AIR – Grundlagen, Praxis, Referenz, Bonn, 2009.

Eisenmann/Linck/Pousttchi 2004: Eisenmann, M., Linck, K., Pousttchi, K.: Nutzungsszenarien für mobile Bezahlverfahren. Ergebnisse der Studie MP2, in: Pousttchi, K., Turowski, K. (Hrsg.): Mobile Economy: Transaktionen, Prozesse, Anwendungen und Dienste. Proceedings of the 4th Workshop Mobile Commerce, Bonn, 2004, S. 50-62.

Ekström et al. 2006: Ekström, H., Furuskär, A., Karlsson, J., Meyer, M., Parkvall, S., Torsner, J., Wahlqvist, M.: Technical Solutions for the 3G Long-Term Evolution, IEEE Communications Magazine 44 (2006) 3, S. 38-45.

El Moussaoui/Zeppenfeld 2008: El Moussaoui, H., Zeppenfeld, K.: Ajax – Geschichte, Technologie, Zukunft, 1. Aufl., Berlin, Heidelberg 2008: Springer, in: Günther, O., Karl, W., Lienhart, R., Zeppenfeld, K. (Hrsg.): Informatik im Fokus, Berlin, Heidelberg, 2008.

Elfers 2010: Elfers, S.: Experimente sind erwünscht, in: Horizont (2010) 31, S. 17.

F

f+s 2011: f+s software GmbH: Lagerverwaltung, Werkzeugverwaltung, Unternehmenslogistik – Mobile Lösungen, http://www.f-s.de, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

f+s 2011a: f+s software GmbH: f+s – fokussiert und sicher, http://www.f-s.de/index.php/ueber_uns/projekte_l%C3%B6sungen, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

f+s 2011b: f+s software GmbH: iLoNa – integrierte Lagerverwaltung und Nachschubsteuerung, http://www.f-s.de/index.php/leistungen/ lagerverwaltung_logistik/, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

f+s 2011c: f+s software GmbH: Werkzeugverwaltung – Investitionen sichern, Werte schützen, http://www.f-s.de/index.php/leistungen/ werkzeugverwaltung/, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

f+s 2011d: f+s software GmbH Mobile Lösungen für das Facility Management, http://www.f-s.de/index.php/leistungen/mobil/ facility_management/, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

f+s 2011e: f+s software GmbH: mFM – Die mobile Lösung für Ihr Facility Management, http://www.f-s.de/mobilesFM.pdf, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Fahrmair 2005: Fahrmair, M. R.: Kalibrierbare Kontextadaption für Ubiquitous Computing, München, 2005.

Falke et al. 2007: Falke, O., Rukzio, E., Dietz, U., Holleis, P., Schmidt, A.: Mobile Services for Near Field Communication, http://www.medien.ifi.lmu.de/pubdb/publications /pub/falke2007mobileServicesTR/falke2007mobileServicesTR.pdf, 2007, Abruf am: 2009-03-25.

Färber/Kirchner 2004: Färber, G., Kirchner, J.: Praktischer Einstieg in ABAP, Bonn, 2004.

Fettke 2010: Fettke, P.: Client-Server-Architektur, in: Kurbel, K., Becker, J., Gronau, N., Sinz, E., Suhl, L. (Hrsg.): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Online-Lexikon, 4. Aufl., München, http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de, 2010-10-06, Abruf am: 2011-06-03.

Fielding 2000: Fielding, R. T.: Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures, Dissertation, University of California, Irvine, 2000.

Fink 2010: Fink, A.: Monolithisches IT-System. In: Kurbel, K., Becker, J., Gronau, N., Sinz, E., Suhl, L. (Hrsg.): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Online-Lexikon, 4. Aufl., München, http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de, 2010-10-06, Abruf am: 2011-05-30.

Fink 2010a: Fink, A.: Web-Architektur. In: Kurbel, K., Becker, J., Gronau, N., Sinz, E., Suhl, L. (Hrsg.): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Online-Lexikon, 4. Aufl., München, http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de, 2010-10-06, Abruf am: 2011-06-03.

Firtman 2010: Firtman, M.: Programming the Mobile Web – Reaching Users on iPhone, Android, BlackBerry, Symbian, and more, Sebastopol, 2010.

Fittkau 2009: Fittkau & Maaß Consulting: Das mobile Internet, Hamburg, 2009.

Fitzek/Reichert 2007: Fitzek, F. H. P., Reichert, F.: Mobile Phone Programming and its Application to Wireless Networking, Dordrecht, 2007.

Fleury/Reverbel 2003: Fleury, M., Reverbel, F.: The JBoss Extensible Server, in: Middleware 2003, Lecture Notes in Computer Science (LNCS) 2672, 2003, S. 344-373.

Fling 2009: Fling, B.: Mobile Design and Development, Sebastopol, 2009.

Flinn/Satyanarayanan 1999: Flinn, J., Satyanarayanan, M.: Energy-aware adaptation for mobile applications, in: Proceedings of the seventeenth ACM symposium on Operating systems principles, Kiawah Island, 1999, S. 48-63.

Foster et al. 2008: Foster, I., Zhayo, Y., Raicu, I., Lu, S.: Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared, in: IEEE (Hrsg.): Grid Computing Environments Workshop (GCE), 2008, S. 1-10.

Fox 1996: Fox, A., Gribble, S. D., Brewer, E. A., Amir, E.: Adapting to network and client variability via on-demand dynamic distillation, in: Proceedings Seventh International Conference on Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems (ASPLOS- VII), Cambridge, 1996, S. 160-170.

Förster/Öggl 2011: Förster, K., Öggl, B.: HTML5 – Leitfaden für Webentwickler, München [u. a.], 2011.

Fraternali/Rossi/Sánchez-Figueroa 2010: Fraternali, P., Rossi, G., Sánchez-Figueroa, F.: Rich Internet Applications, in: Internet Computing 14 (2010) 3, S. 9-12.

Frauendorf/Kähm/Kleinaltenkamp 2007: Frauendorf, J., Kähm, E., Kleinaltenkamp, M.: Business-to-Business Markets – Status Quo and Future Trends, in: Journal of Business Market, 1 (2007) 1, S. 7-39.

Frederick/Lal 2009: Frederick, G. R., Lal, R.: Beginning Smartphone Development: Building Javascript, CSS, HTML and Ajax-based Applications for iPhone, Android, Palm Pre, BlackBerry, Windows Mobile, and Nokia S60, New York, 2009.

Freitag 2011: Freitag Gesellschaft für Computeranwendung mbH: COMET Software, http://www.freitag-software.de, 2011, Abruf am: 2011-03-15.

Frerichs 1998: Frerichs, M.: Verfahren zur Genauigkeitsbeurteilung GPS-gestützter Ortungsergebnisse bei Landfahrzeugen, Braunschweig, 1998.

Friedrichs 1990: Friedrichs, J.: Methoden empirischer Sozialforschung, 14. Aufl., Opladen, 1990.

Fritsch 2009: Fritsch, J.: IT-Infrastruktur in Unternehmen: Inventarisierung und Überwachung, Hamburg, 2009.

Fuchß 2009: Fuchß, T.: Mobile Computing: Grundlagen und Konzepte für mobile Anwendungen, München, 2009.

G

Gamma et al. 1994: Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J.: Design Patterns. Elements of Reusable Object-Oriented Software, Amsterdam, 1994.

Garrett 2005: Garrett, J. J.: Ajax: A new approach to web applications, http://www.adaptivepath.com/publications/essays/archives/000385.php, 2005, Abruf am: 2011-05-30.

Gartner 2008: Gartner: Gartner Total Cost of Ownership, http://amt.gartner.com/TCO/MoreAboutTCO.htm, 2008, Abruf am: 2008-06-24.

Geer/Gross 2001: Geer, R., Gross, R.: M-Commerce: Geschäftsmodelle für das mobile Internet, Landsberg/Lech, 2001.

Geisler et al. 2011: Geisler, S., Zelazny, M., Christmann, S., Hagenhoff, S.: Empirical Analysis of Usage and Acceptance of Software Distribution Methods on Mobile Devices, in: Rangone, A., Lyytinen, K. (Hrsg.): 10th International Conference on Mobile Business (ICMB 2011), Como, 2011, S. 210-218.

Gerpott/Thomas 2002: Gerpott, T. J., Thomas, S. E.: Organisationsveränderungen durch Mobile Business, in: Reichwald, R. (Hrsg.): Mobile Kommunikation – Wertschöpfung, Technologien, neue Dienste, Wiesbaden, 2002, S. 37-54.

Ghezzi/Balocco/Rangone 2010: Ghezzi, A., Balocco, R., Rangone, V.: How a new distribution paradigm changes the core resources, competences and capabilities endowment: the case of Mobile Application Stores, in: Giaglis, G. M., Zwass, V. (Hrsg.): Proceedings of the 9th International Conference on Mobile Business 2010/9th Global Mobility Roundtable 2010 (ICMB-GMR 2010), Athen, 2010, S. 33-42.

Giesecke/Fünfrocken 2007: Giesecke, R., Fünfrocken, S.: Einfach zu mehr Software-Sicherheit – Unterstützung zur sicheren Softwareentwicklung, in: Datenschutz und Datensicherheit 31 (2007) 12, S. 877.

Gilligan 2011: Gilligan, S.: iUI – iPhone User Interface Framework, http://code.google.com/p/iui, Abruf am: 2011-06-03.

Ginsburg 2010: Ginsburg, S.: Designing the iPhone User Experience – A User-Centered Approach to Sketching and Prototyping iPhone Apps, Upper Saddle River [u. a.], 2010.

Gonçalves/Walravons/Ballon 2010: Gonçalves, V., Walravens, N., Ballon, P.: “How about an App Store?” – Enablers and Constraints in Platform Strategies for Mobile Network Operators, in: Giaglis, G. M., Zwass, V. (Hrsg.): Proceedings of the 9th International Conference on Mobile Business 2010/9th Global Mobility Roundtable 2010 (ICMB-GMR 2010), Athen, 2010, S. 66-73.

Good 2011: Good Technology Inc.: Good Mobile Control, http://www.good.com/enterprise/good-mobile-control, Abruf am: 2011-05-30.

Good 2011a: Good Technology Inc.: Mobile Device Security – Securing the Handheld, Securing the Enterprise, http://www.good.com/media/pdf/enterprise/mobile_device_security_wp.pdf, Abruf am: 2011-05-30.

Good 2011b: Good Technology Inc.: Compatible Handhelds, http://www.good.com/handhelds, Abruf am: 2011-05-30.

Google 2010: Google Inc.: Android 2.3 Compatibility Definition, http://static.googleusercontent.com/external_content/untrusted_dlcp/source.android.com/de//compatibility/2.3/android-2.3.3-cdd.pdf, 2010, Abruf am: 2011-08-21.

Google 2011: Google Inc.: What is the Gears API?, http://code.google.com/intl/de/apis/gears/, Abruf am: 2011-06-03.

Google 2011a: Google Inc.: Google Gears – Installation: Systemanforderungen, http://gears.google.com/support/bin/answer.py?hl=de&answer=79875, Abruf am: 2011-06-03.

Google 2011b: Google Inc.: Google Gears – Gears for Android, http://gears.google.com/?platform=android, Abruf am: 2011-06-03.

Google 2011c: Google Inc.: Google Gears – Gears API – LocalServer API, http://code.google.com/intl/de/apis/gears/api_localserver.html, Abruf am: 2011-06-03.

Google 2011d: Google Inc.: Google Gears – Gears API – Database API, http://code.google.com/intl/de/apis/gears/api_database.html, Abruf am: 2011-06-03.

Google 2011e: Google Inc.: Web Apps Overview, http://developer.android.com/guide/webapps/index.html, Abruf am: 2011-08-20.

Google 2011f: Google Inc.: User Interface Guidelines, http://developer.android.com/guide/practices/ui_guidelines/index.html, Abruf am: 2011-08-20.

Google 2011g: Google Inc.: What is the NDK?, http://developer.android.com/sdk/ndk/overview.html, Abruf am: 2011-08-20.

Google 2011h: Google Inc.: Installing the SDK, http://developer.android.com/sdk/installing.html, Abruf am: 2011-08-20.

Google 2011i: Google Inc.: Package Index, http://developer.android.com/reference/packages.html, Abruf am: 2011-08-20.

Google 2011j: Google Inc.: Android Emulator, http://developer.android.com/guide/developing/tools/emulator.html, Abruf am: 2011-08-20.

Google 2011k: Google Inc.: Platform Versions, http://developer.android.com/resources/dashboard/platform-versions.html, Abruf am: 2011-08-20.

Google 2011l: Google Inc.: Best Practices for Honeycomb and Tablets, http://android-developers.blogspot.com/2011/02/best-practices-for-honeycomb-and.html, 2011-02-23, Abruf am: 2011-08-20.

Google 2011m: Google Inc.: Publishing on Android Market, http://developer.android.com/guide/publishing/publishing.html, Abruf am: 2011-08-20.

Google 2011n: Google Inc.: Future-Proofing Your Apps, http://developer.android.com/resources/articles/future-proofing.html, Abruf am: 2011-08-20.

Google 2011o: Google Inc.: Activity and Task Design Guidelines, http://developer.android.com/guide/practices/ui_guidelines/activity_task_design.html, Abruf am: 2011-10-18.

Grannemann 2010: Grannemann, K.: Plattformgeschlossenheit: EU-Kommission plant rechtliche Schritte gegen Apple, Microsoft und andere, http://www.macnotes.de/2010/07/06/plattformgeschlossenheit-eu-komission-plant-rechtliche-schritte-gegen-apple-microsoft-und-andere/, 2010-07-06, Abruf am: 2011-05-30.

Green 2009: Green, D.: Android vs iPhone Development: A Comparison, http://java.dzone.com/articles/android-vs-iphone-development, 2009-07-06, Abruf am: 2011-08-14.

Grosskurth/Godfrey 2005: Grosskurth, A., Godfrey, M. W.: A Reference Architecture for Web Browsers, in: Proceedings of the 21st IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM), 2005, S. 661-664.

GSI 2011: GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung: CAN-Bus, http://www.gsi.de/informationen/wti/ee/kontrollsysteme/bus_can.html, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Gu/Mukundan/Billinghurst 2008: Gu, J., Mukundan, R., Billinghurst, M.: Developing mobile phone AR applications using J2ME, in: Proceedings of the 23rd International Conference on Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ), IEEE Computer Society, Christchurch, 2008, S. 1-6.

H

HaaseMartin 2008: Haase & Martin GmbH: Methoden des Bluetooth Marketing, http://haaseundmartin.de/methoden-des-bluetooth-marketing.pdf, Abruf am: 2011-05-30.

Habermann 2005: Habermann, K.: Aventeon Mobile Business Assistant – Creating and Optimizing „Mobile Business Processes“, in: Wirtschaftsinformatik 47 (2005) 1, S. 55-62.

HaCon 2011: HaCon Ingenieurgesellschaft: Wir über uns, http://www.hacon.de/hacon/phil.shtml, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

HaCon 2011a: HaCon Ingenieurgesellschaft: Entwicklung der Mitarbeiterzahl, http://www.hacon.de/hacon/zahlen.shtml, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

HaCon 2011b: HaCon Ingenieurgesellschaft: Referenzen, http://www.hacon.de/hacon/ref.shtml, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

HaCon 2011c: HaCon Ingenieurgesellschaft: Innovative Systementwicklungen für das Verkehrswesen, http://www.hacon.de/hacon/produkte.shtml, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

HaCon 2011d: HaCon Ingenieurgesellschaft: Fahrplanauskunft HAFAS, http://www.hacon.de/hafas/index.shtml, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

HaCon 2011e: HaCon Ingenieurgesellschaft: Fahrplanauskunft HAFAS-Mobil, http://www.hacon.de/hafas/mobil.shtml, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

HaCon 2011f: HaCon Ingenieurgesellschaft: Hafas2go – Das mobile Navigationssystem für Bus & Bahn, http://www.hacon.de/hafas/hafas2go.shtml, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Hagenhoff 2003: Hagenhoff, S., Schumann, M. (Hrsg.): Innovationsmanagement im TIME-Bereich: Forschungsbegründung und State of the Art in der Literatur, in: Schumann, M. (Hrsg.): Arbeitsberichte der Abt. Wirtschaftsinformatik II, Universität Göttingen, Nr. 11, Göttingen, 2003.

Hammer 1990: Hammer, M.: Reengineering Work: Don't Automate, Obliterate, in: Harvard Business Review 68 (1990) 4, Juli/August 1990, S. 104-112.

Handhirn 2011: Handhirn: Palm OS History, http://www.handhirn.de/en/history.php, Abruf am: 2011-06-05.

Hanekop/Wittke 2006: Hanekop, H., Wittke, V.: Entwicklung neuer Formen mobile Kommunikation und Mediennutzung, in: Hagenhoff, S. (Hrsg.): Internetökonomie der Medienbranche, Göttingen, 2006, S. 109-137.

Hanhart 2007: Hanhart, D.: Mobile und Ubiquitous Computing – Anwendungen im Facility Management und serviceorientierter Architekturvorschlag, Bamberg, 2007.

Hansmann et al. 2003: Hansmann, U., Merk, L., Nicklous, M. S., Stober, T.: Pervasive Computing Handbook, Berlin, 2003.

Harold/Means 2005: Harald, E., Means, S.: XML in a Nutshell: A Desktop Quick Reference, 3. Aufl., Sebastopol, 2005.

Hart/Hannan 2004: Hart, J., Hannan, M.: The Future of Mobile Technology and Mobile Wireless Computing, in: Campus-Wide Information Systems 21 (2004) 5, S. 201-202.

Hasselbring 2006: Hasselbring, W.: Software-Architektur, in: Informatik Spektrum, 29 (2006) 1, S. 48-52.

Hayes 2008: Hayes, B.: Cloud Computing, in: Communications of the ACM 51 (2008) 7, S. 9-11.

Henkel 2011: Henkel, C.: Wirtschaftlichkeit und Herausforderungen der Entwicklung mobiler Anwendungen für iOS (unveröffentlicht), Abschlussarbeit, Professur für Anwendungssysteme und E-Business, 2011.
Henze 2010: Henze, S.: In der App-Entwicklung ist weniger mehr, in: Computerwoche (2010) 19, 2010-05-10, S. 15-17.
Hermanns/Sauter 1999: Hermanns, A., Sauter, M.: Electronic Commerce – Grundlagen, Potentiale, Marktteilnehmer und Transaktionen, in: Hermanns, A., Sauter, M. (Hrsg.): Management-Handbuch Electronic Commerce: Grundlagen, Strategien, Praxisbeispiele, München, 1999, S. 13-29.
Hess et al. 2005: Hess, T., Hagenhoff, S., Hogrefe, D., Linnhoff-Popien, C., Rannenberg, K., Straube, F.: Mobile Anwendungen – Best Practices in der TIME-Branche; Sieben erfolgreiche Geschäftskonzepte für mobile Anwendungen, Göttingen, 2005.
Hess/Rauscher 2006: Hess, T., Rauscher, B.: Internettechnologien in der Medienbranche: Mobile Dienste und Wissenschaftskommunikation im Fokus, in: Hagenhoff, S. (Hrsg.): Internetökonomie der Medienbranche, Göttingen, 2006, S. 1-18.
Hohenberg/Rufera 2004: Hohenberg, H. E., Rufera, S.: Das Mobiltelefon als Geldbörse der Zukunft — Chancen und Potentiale des Mobile Payment (M-Payment), in: der markt 43 (2004) 1, S. 33-40.
Hohmann 2011: Hohmann, A.: Wirtschaftlichkeit und Herausforderungen der Entwicklung mobiler Anwendungen auf Basis von Webtechnologien, Abschlussarbeit (unveröffentlicht), Professur für Anwendungssysteme und E-Business, 2011.
Holz/Schmitt/Tikart 2001: Holz, H., Schmitt, B., Tikart, A.: Linux für Internet und Intranet, 4. aktual. und überarb. Aufl., Bonn, 2001.
Holzer/Ondrus 2009: Holzer, A., Ondrus, J.: Trends in Mobile Application Development, in: Hesselman, C., Giannelli, C. (Hrsg.): Mobile Wireless Middleware, Operating Systems, and Applications – Workshops, Berlin, 2009, S. 55-64.
Horlait/Magedanz/Glitho 2003: Horlait, E., Magedanz, T., Glitho, R. H.: Mobile Agents for Telecommunication Applications, in: 5th International Workshop MATA, 2003.
Horn 1999: Horn, T.: Internet – Intranet – Extranet: Potentiale im Unternehmen, 1. Aufl., München, 1999.
Höhne/Hess 2009: Höhne, E., Hess, T.: Plattformstrategien, in: Medienwirtschaft 6 (2009) 2, S. 32-36.
Höß et al. 2005: Höß, O., Spath, D., Weisbecker, A., Allag, A. C., Rosenthal, U., Veit, M.: Ein Klassifikationsschema für die Architektur von mobilen Anwendungen – Erläutert an einem Praxisbeispiel zur mobilen Erfassung von Führerscheinprüfungen, Tagungsband der 5. Konferenz Mobile Commerce Technologien und Anwendungen, 2005, S. 131-142.

HP 2011: Hewlett-Packard: HP web OS, http://www.hpwebos.com/de/de/products/software/webos/index.html, Abruf am: 2011-06-05.

Hunt 1995: Hunt, C.: TCP/IP Netzwerk Administration, Bonn, 1995.

Hülsbömer 2008: Hülsbömer, S.: Ausblick enttäuscht Börse: BlackBerry-Anbieter RIM mit Gewinnsprung, http://www.computerwoche.de/ netz-werke/mobile-wireless/1874320/, 2008-09-26, Abruf am: 2011-06-05.

I

IBM 2006: IBM: IBM DB2 Everyplace: A Small Footprint Relational Database System, http://www-01.ibm.com/common/ssi/ShowDoc.jsp?docURL= /common/ssi/rep_ca/2/897/ENUS206-182/index.html, 2006, Abruf am: 2011-03-27.

IBM 2011: IBM: DB2 Everyplace, http://www-01.ibm.com/ software/data/db2/everyplace/, Abruf am: 2011-03-15.

IBM 2011a: IBM: DB2 Everyplace, http://www-01.ibm.com/ soft-ware/data/db2/everyplace/requirements.html, Abruf am: 2011-03-27.

IBM 2011b: IBM: DB2 Everyplace Database Edition, http://www-01.ibm.com/software/data/db2/everyplace/edition-db.html, Abruf am: 2011-03-27.

IfM 2008: Institut für Mittelstandsforschung: Beschäftigung in Unternehmen laut Unternehmensregister, http://www.ifm-bonn.org/assets/documents/Untreg_D_Bsch_2004-2008.pdf, 2008, Abruf am: 2011-10-12.

INAR 2007: Internet Nachrichten AgentuR: Smartphone oder Handy?, http://www.inar.de/blog/technik--co/20070726/smartphone-oder-handy.html, 2007-07-26, Abruf am: 2011-06-05.

InnoPath 2011: InnoPath Corp.: InnoPath Products – iMDM Server Suite, http://www.innopath.com/products/imdm_server.shtml, Abruf am: 2011-05-30.

InnoPath 2011a: InnoPath Corp.: iMDM Server Suite, http://www.innopath.com/pdf/imdm_server.pdf, Abruf am: 2011-05-30.

InnoPath 2011b: InnoPath Corp.: iMDM Device Suite, http://www.innopath.com/pdf/imdm_client.pdf, Abruf am: 2011-05-30.

Ioannidis/Bellovin 2001: Ioannidis, S., Bellovin, S.: Building a Secure Web Browser, in: Proceedings of the FREENIX Track: 2001 USENIX Annual Technical Conference, Berkeley, 2001, S. 127-134.

ITU 2010: International Telecommunication Union: ITU estimates two billion people online by end 2010, http://www.itu.int/net/ pressoffice/press_releases/2010/39.aspx, 2010-10-19, Abruf am: 2011-08-26.

IWS 2010: InternetWorldStats 2010: World Internet Usage and Population Statistics, http://www.internetworldstats.com/stats.htm, 2010, Abruf am: 2011-03-23.

J

Jana/Chen 2004: Jana, R., Chen, Y.-F.: Context-Aware Mobile Computing, in: Ilyas, M., Mahgoub, I. (Hrsg.): Mobile computing handbook, Boca Raton, 2005, S. 297-314.

Jäger 2008: Jäger, K.: Ajax in der Praxis – Grundlagen, Konzepte, Lösungen, 1. Aufl., Berlin, Heidelberg, 2008.

Jobs 2010: Jobs, S.: Thoughts on Flash, April 2010, http://www.apple.com/hotnews/thoughts-on-flash/, Abruf am: 2011-05-31.

Johansson 1997: Johansson, B.: Kreativität und Marketing – Die Anwendung von Kreativitätstechniken im Marketingbereich, 2., überarb. und gekürzte Aufl., Berlin [u. a.], 1997.

jQuery 2011: jQuery: The Write Less, Do More, JavaScript Library, http://jquery.com/, Abruf am: 2011-08-20.

jQuery 2011a: jQuery Mobile: Touch-Optimized Web Framework for Smartphones & Tablets, http://jquerymobile.com, Abruf am: 2011-09-01.

Junglas/Watson 2008: Junglas, I. A., Watson, R. T.: Location-Based Services, in: Communications of the ACM 51 (2008) 3, S. 65-69.

K

Kaapke/Willke 2001: Kaapke, A., Willke, K.: Neue Medien als strategische Herausforderung für kleinere und mittlere Unternehmen aus dem Handelssektor, in: THEXIS – Fachzeitschrift für Marketing 18 (2001) 1, S. 47-52.

Kaneda 2011: Kaneda, D.: jQTouch – A jQuery plugin for mobile development on the iPhone, Android, iPod Touch, and other forward-thinking devices, http://jqtouch.com, Abruf am: 2011-09-01.

Kanter 1998: Kanter, J. P.: Understanding Thin-Client/Server Computing, Redmond, 1998.

Kaspar 2006: Kaspar, C.: Individualisierung und mobile Dienste am Beispiel der Medienbranche – Ansätze zum Schaffen von Kundenmehrwert, in: Hagenhoff, S., Hogrefe, D., Mittler, E., Schumann, M., Spindler, G., Wittke, V. (Hrsg.): Göttinger Schriften zur Internetforschung, Band 3, 2006.

Kaspar/Diekmann/Hagenhoff 2007: Kaspar, C., Diekmann, T., Hagenhoff, S. : Context-Adaptive Mobile Systems, in: Taniar, David (Hrsg.): Encyclopedia of Mobile Computing and Commerce, Hershey, 2007, S. 124-128.

Kasper/Hagenhoff 2003: Kaspar, C., Hagenhoff, S., Schumann, M. (Hrsg.): Geschäftsmodelle im Mobile Business aus Sicht der Medienbranche, in:

Schumann, M. (Hrsg.): Arbeitsberichte der Abt. Wirtschaftsinformatik II, Universität Göttingen, Nr. 15, Göttingen, 2003.

Kaspar/Hagenhoff 2003a: Kaspar, C., Hagenhoff, S.: Individualität und Produktindividualisierung, in: Schumann, M. (Hrsg.): Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Professur für Anwendungssysteme und E-Business, Universität Göttingen, Nr. 17, Göttingen, 2003.

Katzmarzik 2011: Katzmarzik, A.: Produktdifferenzierung für Software-as-a-Service-Anbieter, in: Wirtschaftsinformatik 53 (2011) 1, S. 21-35.

Keith 2007: Keith, J.: Bulletproof Ajax, 1. Aufl, Berkeley, 2007.

Kern 2006: Kern, C.: Anwendung von RFID-Systemen, 2. Aufl., Berlin [u. a.], 2006.

Kerschbaumer 1998: Kerschbaumer, B.: Internet und Intranet – Grundlagen und Dienste, in: Höller, J., Pils, M., Zlabinger, R. (Hrsg.): Internet und Intranet – Betriebliche Anwendungen und Auswirkungen, Berlin [u. a.], 1998.

Khodawandi/Pousttchi/Winnewisser 2003: Khodawandi, D., Pousttchi, K., Winnewisser, C.: Mobile Technologie braucht neue Geschäftsprozesse, http://wi2.wiwi.uni-augsburg.de/pics/mobile/Uni-Augsburg_WI2-MC_MP-16-10.pdf, 2003, Abruf am: 2010-08-03.

King 2011: King, C.: Advanced BlackBerry 6 Development, New York, 2011.

Kirkup 2011: Kirkup, M.: Answers to your questions about the application players for BlackBerry Java-based and Android apps, http://devblog.blackberry.com/2011/04/blackberry-java-android/, 2011-04-21, Abruf am: 2011-08-19.

Klau 1995: Klau, P.: Das Internet: Der größte Informationshighway der Welt, 1. Aufl., Bonn, 1995.

Kleijn 2008: Kleijn, A.: Ubuntu wird mobil, http://www.heise.de/mobil/newsticker/meldung/109947/, 2008-06-25, Abruf am: 2011-06-05.

Klein/Carlson/MacEwen 2008: Klein, N., Carlson, M., MacEwen, G.: Laszlo im Einsatz, München, 2008.

Kleinaltenkamp 1993: Kleinaltenkamp, M.: Standardisierung und Marktprozess, Wiesbaden, 1993.

Knöll/Busse 1991: Knöll, H.-D., Busse, J.: Aufwandschätzung von Software-Projekten in der Praxis, in: Reihe Angewandte Informatik, Band 8, Mannheim, Wien, Zürich, 1991.

Koch 2009: Koch, S.: JavaScript – Einführung, Programmierung und Referenz – inklusive Ajax, 5., aktual. und erw. Aufl., Heidelberg, 2009.

Kochan 2011: Kochan, S. G.: Programming in Objective-C, 3. Aufl., London, 2011.

Kollmann 2001: Kollmann, T.: Ist M-Commerce ein Problem der Nutzungslücke?, in: Information Management & Consulting 16 (2001) 2, S. 56-64.

Korpipää et al. 2003: Korpipää, P., Mäntyjärvi, J., Kela, J., Keränen, H., Malm, E.-J.: Managing Context Information in Mobile Devices, in: PERVASIVEcomputing, 2 (2003) 3, S. 42-51.

Koster 2002: Koster, K.: Die Gestaltung von Geschäftsprozessen im Mobile Business, in: Hartmann, D. (Hrsg.): Geschäftsprozesse mit Mobile Computing – Konkrete Projekterfahrung, technische Umsetzung, kalkulierbarer Erfolg des Mobile Business, Braunschweig/Wiesbaden, 2002.

Kotler/Bliemel 2006: Kotler, P., Bliemel, F.: Marketing-Management – Analyse, Planung und Verwirklichung, 10. überarb. und akt. Aufl., München, 2006.

König 2007: König, K.: Eine Welt für sich, http://www.heise.de/ix/artikel/Eine-Welt-fuer-sich-506730.html, März 2007, Abruf am: 2011-06-05.

König-Ries 2009: König-Ries, B.: Challenges in Mobile Application Development, in: it – Information Technology 51 (2009) 2, S. 69-71.

Krcmar 1990: Krcmar, H.: Bedeutung und Ziele von Informationssystemarchitekturen, in: Wirtschaftsinformatik 32 (1990) 5, S. 395-402.

Kremp 2007: Kremp, M.: Verkaufsstart: iPhone kommt am 29. Juni, http://www.spiegel.de/netzwelt/mobil/0,1518,486421,00.html, 2007-06-04, Abruf am: 2011-06-05.

Kröner 2011: Kröner, P.: HTML 5 – Webseiten innovativ und zukunftssicher, 2. Aufl., München, 2011.

Kuhn 2003: Kuhn, J.: Kommerzielle Nutzung mobiler Anwendungen, Regensburg, 2003.

Küpper 2005: Küpper, A.: Location-based Services: Fundamentals and Operation, Chichester 2005.

Küpper/Reiser/Schiffers 2004: Küpper, A., Reiser, H., Schiffers, M.: Mobilitätsmanagement im Überblick: Von 2G zu 3,5G, in: PIK – Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation 27 (2004) 2, S. 68-73.

L

Lampe 2010: Lampe, F.: Thin Clients – Eine Einführung, in: Lampe, F. (Hrsg.): Green-IT, Virtualisierung und Thin Clients – Mit neuen IT-Technologien Energieeffizienz erreichen, die Umwelt schonen und Kosten sparen, Wiesbaden, 2010, S. 91-100.

Laudon/Laudon/Schoder 2006: Laudon, K. C., Laudon, J. P., Schoder, D.: Wirtschaftsinformatik, München, 2006.

Laugesen/Yuan 2010: Laugesen, J., Yuan, Y.: What factors contributed to the success of Apple's iPhone?, in: Giaglis, G. M., Zwass, V. (Hrsg.): Proceedings of the 9th International Conference on Mobile Business 2010/9th Global Mobility Roundtable 2010 (ICMB-GMR 2010), Athen, 2010, S. 91-99.

Lawson 2008: Lawson, B.: Opera Presto 2.1 – Web standards supported by Opera's core, http://dev.opera.com/articles/view/presto-2-1-web-standards-supported-by/, 2008-09-10, Abruf am: 2011-07-24.

Lawton 2008: Lawton, G.: New Ways to Build Rich Internet Applications, in: IEEE Computer 41 (2008) 8, S. 10-12.

Lee/Schneider/Schell 2004: Lee, V., Schneider, H., Schell, R.: Mobile Applications – Architecture, Design, and Development, Upper Saddle River, 2004.

Leem/Suh/Kim 2004: Leem, C. S., Suh, H. S., Kim, D. S.: A classification of mobile business models and ist applications, in: Industrial Management & Data Systems, 104 (2004) 1, S. 78-87.

Leff/Rayfield 2001: Leff, A., Rayfield, J. T.: Web-Application Development Using the Model/View/Controller Design Pattern, in: Proceedings of the 5th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference, Seattle, 2001, S. 119-127.

Lehner 2003: Lehner, F.: Mobile und drahtlose Informationssysteme – Technologien, Anwendungen, Märkte, Berlin, 2003.

Lerdorf 2000: Lerdorf, R.: PHP – kurz & gut, Köln, 2000.

Liberty 1999: Liberty, J.: C++ in 21 Tagen, München, 1999.

Lieb 2011: Lieb, D.: What proportion of all iPhone owners use iOS4.* today?, http://www.quora.com/What-proportion-of-all-iPhone-owners-use-iOS4-*-today, 2011-01-14, Abruf am: 2011-08-20.

LiMo 2008: LiMo Foundation: Introduction, Overview & Market Positioning, http://www.limofoundation.org/images/stories/pdf/limo-foundation-overview-feb2008.pdf, 2008, Abruf am: 2008-02-12.

LinkedIn 2011: LinkedIn: Oracle, http://www.linkedin.com/companies /oracle, 2011, Abruf am: 2011-03-15.

Linzmaier 2005: Linzmaier, V.: Vertragsrechtliche Probleme von Location Based Services, Regensburg, 2005.

Liu et al. 1994: Liu, C., Peek, J., Jones, R., Buus, B., Nye, A.: Managing Internet Information Services, Sebastopol, 1994.

Lixenfeld 2008: Lixenfeld, C.: Software as a Service, SaaS: Lösungen aus der Leitung, http://www.computerwoche.de/knowledge_center/mittelstand/1854899/index5.html#d2e220, 2008, Abruf am: 2011-03-16.

Lobacher 2008: Lobacher, P.: iPhone OS Webentwicklung – Professionelle Applikationen für WebKit-Browser, München, 2008.

Lommer 2011: Lommer, I.: Technologien fürs mobile Web – Die mobile Gretchenfrage, in: Internet World Business (2011) 8, S. 36-37.

Lonthoff 2007: Lonthoff, J.: Externes Anwendungsmanagement, Organisation des Lebenszyklus komponentenbasierter, mobiler Anwendungen, Wiesbaden, 2007.

Lowber 2001: Lowber, P.: Thin-Client vs. Fat-Client TCO, http://h20202.www2.hp.com/Hpsub/downloads/WhitePaper_Gartner_ThinClient_TCO.pdf, 2001, Abruf am: 2011-06-03.

Löbbecke/Düppen 2001: Löbbecke, C., Düppen, M.: Wertschöpfungspotenziale ausgewählter mBusiness-Anwendungen, in: Global Company: E-Business & M-Business – Einsichten, Ansichten und Ideen rund um das elektronische Business, Pulheim/Köln, 2001, S. 309-328.

Lubbers/Albers/Salim 2010: Lubbers, P., Albers, B., Salim, F.: Pro HTML5 Programming: Powerful APIs for Richer Internet Application Development, New York, 2010.

Lubkowitz 2007: Lubkowitz, M.: Webseiten programmieren und gestalten – Das umfassende Handbuch, 3., aktual. und erw. Aufl., Bonn, 2007.

M

Maaß/Pietsch 2009: Maaß, C., Pietsch, G.: Mobile Anwendungen und Client-Applikationen, in: WISU – Das Wirtschaftsstudium (2009) 11, S. 1446-1448.

Madlmayr/Langer/Scharinger 2008: Madlmayr, G., Langer, J., Scharinger, J.: Managing an NFC Ecosystem, in: Proceedings of the 7th International Conference on Mobile Business, IEEE Computer Society, Barcelona, 2008, S. 95-101.

Mahmoud 2002: Mahmoud, Q. H.: Learning Wireless Java, Sebastopol, 2002.

Marinschek/Radinger 2006: Marinschek, M., Radinger, W.: Ruby on Rails: Einstieg in die effiziente Webentwicklung – Grundlagen und fortgeschrittene Konzepte; AJAX; Web 2.0; Einführung in Ruby, Heidelberg, 2006.

Mark/Nutting/LaMarche 2011: Mark, D., Nutting, J., LaMarche, J.: Beginning iPhone 4 Developement – Exploring the iOS SDK, New York, 2011.

McIlroy 1969: McIlroy, M. D.: Mass Produced Software Components, in: Nato Science Committe: Software Engineering, http://homepages.cs.ncl.ac.uk/brian.randell/NATO/nato1968.PDF, 1969, Abruf am: 2011-06-03.

Meffert 2000: Meffert, H.: Marketing, Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung, Konzepte – Instrumente – Praxisbeispiele, 9. Aufl., Wiesbaden, 2000.

Meier 2009: Meier, R.: Professional Android Application Development, Indianapolis, 2009.

Meier/Stormer 2005: Meier, A., Stormer, H.: eBusiness & eCommerce – Management der digitalen Wertschöpfungskette, Berlin, Heidelberg, New York, 2005.

Melski 2006: Melski, A.: Grundlagen und betriebswirtschaftliche Anwendung von RFID, in: Schumann, M. (Hrsg.): Arbeitsberichte der Abt. Wirtschaftsinformatik II, Universität Göttingen, Nr. 11, 2006.

Melzer 2009: Melzer, I.: Serviceorientierte Architekturen mit Web Services: Konzepte – Standards – Praxis, 3. Aufl., München, 2009.

Mertens et al. 2010: Mertens, P., Bodendorf, F., König, W., Picot, A., Schumann, M., Hess, T.: Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, 10., überarb. Aufl., Berlin [u. a.], 2010.

Mertens/Stößlein/Zeller 2004: Mertens, P., Stößlein, M., Zeller, T.: Personalisierung und Benutzermodellierung in der betrieblichen Informationsverarbeitung – Stand und Entwicklungsmöglichkeiten, Arbeitspapiere des Bereichs Wirtschaftsinformatik I, Universität Erlangen-Nürnberg, Nr. 2, Nürnberg, 2004.

Meyer/Wichers 2009: Meyer, S., Wichers, T.: Objective-C 2.0. Programmierung für Mac OS X und iPhone, Heidelberg, München, Landsberg, Frechen, Hamburg, 2009.

Michelsen/Schaale 2002: Michelsen, D., Schaale, A.: Handy Business – M-Commerce als Massenmarkt, München, 2002.

Mick 2010: Mick, J.: Google Uses Its "Remote Kill" Android App Removal Tech for First Time, http://www.dailytech.com/ Google+Uses+Its+Remote+Kill+Android+App+Removal+Tech+for+First+Time/article18843.htm, 2010-06-25, Abruf am: 2011-08-20.

Microsoft 2008: Microsoft Corp.: System Center Mobile Device Manager 2008: A Technical White Paper, http://download.microsoft.com/ download/A/2/7/A2717178-0205-4545-9954-3483A622A68E/MDM_TDM_whitepaper.pdf, Abruf am: 2011-05-30.

Microsoft 2010: Microsoft Corp.: Microsoft System Center Mobile Device Manager 2008 Service Pack 1 Top Features, http://www.microsoft.com/systemcenter/mobile/evaluation/overview.mspx, Abruf am: 2010-08-08.

Microsoft 2011: Microsoft Corp.: Nokia setzt für Smartphones auf Windows Phone 7, http://www.microsoft.com/germany/msdn/aktuell/news/ show.mspx?id=msdn_de_43283, 2011-02-14, Abruf am: 2011-05-29.

Microsoft 2011a: Microsoft Corp.: MSHTML Overviews, http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb498651%28v=VS.85%29.aspx, Abruf am: 2011-07-24.

Miller/Vandome/McBrewster 2009: Miller, F. P., Vandome, A. F., McBrewster, J.: Browser wars: Metaphor, Web browser, Microsoft, Internet Explorer, Netscape, Netscape Navigator, Mozilla Firefox, Google Chrome, Safari (web browser), Opera (web browser), Usage share of web browsers, Beau Bassin, 2009.

MMA 2008: Mobile Marketing Association: Mobile applications, http://www.mmaglobal.com/mobileapplications.pdf, September 2008, Abruf am: 2011-07-23.

MobileIron 2011: MobileIron: Enterprise App Storefront, http://www.mobileiron.com/en/smartphone-management-products/enterprise-app-storefront, Abruf am: 2011-10-15.

Mocker/Mocker 1997: Mocker, H., Mocker, U.: Intranet – Internet im betrieblichen Einsatz, Grundlagen – Umsetzungen – Praxisbeispiele, Frechen, 1997.

Moll et al. 2004: Moll, K.-R., Broy, M., Pizka, M., Seifert, T., Bergner, K., Rausch, A.: Erfolgreiches Management von Software-Projekten, in: Informatik-Spektrum, 27 (2004) 5, S. 419-432.

Moore 1965: Moore, G. E.: Cramming more components onto integrated circuits, in: Electronics 19 (1965) 3, 1965, S. 114-117.

Morgan Stanley 2009: Morgan Stanley: The Mobile Internet Report, Dezember 2009.

Mossberg/Boehret 2007: Mossberg, W. S., Boehret, K.: Testing Out the iPhone, in: The Wall Street Journal, 2007-06-27, S. 1.

Mozilla 2011: Mozilla Foundation: Gecko, https://developer.mozilla.org/en/Gecko, 2011-06-28, Abruf am: 2011-07-24.

Mufajjul 2009: Mufajjul, A.: Green Cloud on the Horizon, in: Jaatun, M.G., Zhao, G., Rong, C. (Hrsg.): Proceedings of the 1st International Conference on Cloud computing, Cloud Com 2009, Heidelberg, 2009, S. 451-459.

Mui 1999: Mui, L.: CGI – kurz & gut, Köln, 1999.

Muller-Veerse 2000: Muller-Veerse, N. J.: IP Convergence: The Next Revolution in Telecommunications, Boston, London, 2000.

Müller/Eymann/Kreutzer 2003: Müller, G., Eymann, T., Kreutzer, M.: Telematik- und Kommunikationssysteme in der vernetzten Wirtschaft, München, 2003.

Münz 2007: Münz, S.: JavaScript/DOM – Event-Handler, http://de.selfhtml.org/javascript/sprache/eventhandler.htm, 2007, Abruf am: 2011-06-03.

N

Naymz 2009: Naymz: What is Naymz?, http://www.naymz.com/about.action, 2009, Abruf am: 2009-09-24.

Nenninger/Lawrenz 2001: Nenninger, M., Lawrenz, O.: B2B-Erfolg durch eMarkets, Braunschweig, Wiesbaden, 2001.

Nexave 2009: Nexave: Nachrichten, http://www.nexave.de/nachrichten/, 2009, Abruf am: 2009-10-13.

Nickerson et al. 2009: Nickerson, R., Muntermann, J., Varshney, U., Isaac, H.: Taxonomy development in information systems – developing a taxonomy of mobile applications, in: 17th European Conference on Information System (ECIS), Verona, S. 1-13.

Nieh/Yang 2000: Nieh, J., Yang, S. J.: Measuring the Multimedia Performance of Server-Based Computing, in: Jeffay, K., Vin, H. (Hrsg.): Proceedings of the 10th International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video, Chapel Hill, 2000, S. 55-64.

Niemeier et al. 1994: Niemeier, J., Schäfer, M., Engstler, M., Koll, P.: Mobile Computing – Informationstechnologie ortsungebunden nutzen – Techniken – Einsatz – Wirtschaftlichkeit, München, 1994.

Nordlight Research 2011: Nordlight Research: Mobile Internet-Nutzung 2011, Hilden, 2011.

Nukona 2011: Nukona: Nukona App Center: Enterprise-Grade Mobile Management, https://www.nukona.com/products, Abruf am: 2011-10-15.

O

Oaks 2001: Oaks, S.: Java Security, 2. Aufl., Beijing [u. a.], 2001.

Oehlman/Blanc 2011: Oehlmann, D., Blanc, S.: Pro Android Web Apps – Develop for Android Using HTML5, CSS3 & JavaScript, New York, 2011.

OGC 2007: Office of Government Commerce (OGC): ITIL – The Official Introduction to the ITIL Service Lifecycle, London, 2007.

Ogg 2011: Ogg, E.: RIM's PlayBook will run Android apps, http://news.cnet.com/8301-31021_3-20046968-260.html, 2011-03-24, Abruf am: 2011-05-29.

OHA 2011: Open Handset Alliance: Members, http://www.openhandsetalliance.com/oha_members.html, Abruf am: 2011-06-05.

OHA 2011a: Open Handset Alliance: Android, http://www.openhandsetalliance.com/android_overview.html, Abruf am: 2011-06-03.

OMA 2011: Open Mobile Alliance: Device Management Working Group, http://www.openmobilealliance.org/Technical/DM.aspx, Abruf am: 2011-05-28.

Opera 2011: Opera Software ASA: Opera for phones – Smarter mobile browsing, http://www.opera.com/mobile/features/, Abruf am: 2011-06-03.

Oracle 2009: Oracle Corporation: Oracle Product List A to Z, http://www.oracle.com/products/product_list.html, 2009, Abruf am: 2009-09-24.

Oracle 2009a: Oracle Corporation: Information unlocks customer value, http://www.oracle.com/ondemand/collateral/siebel-crm-on-demand-brochure.pdf, 2009, Abruf am: 2009-09-24.

Oracle 2011: Oracle Corporation: Oracle's History: Innovation, Leadership, Results, http://www.oracle.com/corporate/story.html, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Oracle 2011a: Oracle Corporation: Oracle Applications Unlimited – Tools and Technology, http://www.oracle.com/technology/products/applications/index.html, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Oracle 2011b: Oracle Corporation: Oracle Mobile Sales Assistant and Oracle Mobile Sales Forecast, http://crmondemand.oracle.com/en/ products/mobile/index.htm, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Oracle 2011c: Oracle Corporation: Oracle Mobile Sales Assistant and Oracle Mobile Sales Forecast Free Trial, http://crmondemand.oracle.com/en/products/mobile/8271_EN, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Oracle 2011d: Oracle Corporation: Oracle Mobile Sales Assistant, http://crmondemand.oracle.com/ocom/groups/public/@crmondemand/documents/webcontent/8252_en.pdf, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Oracle 2011e: Oracle Corporation: Connect and Empower Mobile Salespeople, http://www.oracle.com/applications/crm/siebel/resources/connect-and-empower-mobile-salespeople-white-paper.pdf, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Oracle 2011f: Oracle Corporation: Oracle CRM On Demand, http://www.crmondemand.com, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Oracle 2011g: Oracle Corporation: Choose The Solution That Is Right For You, http://crmondemand.oracle.com/ocom/groups/public/@crmondemand/documents/webcontent/6143_en.pdf, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

P

Palm 2010: Palm Inc.: Mojo Application Framework, http://developer.palm.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1761&Itemid=42&limitstart=2, Abruf am: 2010-05-28.

Palm 2011: Palm Inc.: Overview of webOS, http://developer.palm.com/ index.php?option=com_content&view=article&id=1761&Itemid=42, Abruf am: 2011-06-03.

Pan/Xiao/Luo 2010: Pan, B., Xiao, K., Luo, L.: Component-based mobile web application of cross-platform, in: Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Computer and Information Technology (CIT 2010), Bradford, 2010, S. 2072-2077.

Passani 2011: Passani, L.: WURFL, http://wurfl.sourceforge.net, Abruf am: 2011-06-03.

Patig 2009: Patig, S.: IT-Infrastruktur, in: Kurbel, K., Becker, J., Gronau, N., Sinz, E., Suhl, L. (Hrsg.): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Online-Lexikon, 3. Aufl., München, 2009.

Perridon/Steiner 2007: Perridon, L., Steiner, M.: Finanzwirtschaft der Unternehmung, 14., überarb. und erw. Aufl., München, 2007.

Perrucci/Häber 2007: Perrucci, G. P., Häber, A.: Java 2 Micro Edition, in: Fitzek, F. H. P., Reichert, F. (Hrsg.): Mobile Phone Programming and its Application to Wireless Computing, Dordrecht, 2007, S. 63-93.

Perry et al. 2001: Perry, M., O'Hara, K., Sellen, A., Brown, B., Harper, R.: Dealing with Mobility: Understanding Access Anytime, Anywhere, in: ACM Transactions on Computer-Human Interaction 8 (2001) 4, S. 323-347.

Petersmann/Nicolai 2001: Petersmann, T., Nicolai, A. T.: Wer gewinnt im M-Commerce?, in: IO Management, Nr. 6, 2001, S. 30-39.

Pfeil 2009: Pfeil, C.: Adobie AIR – RIAs für den Desktop entwickeln, München, 2009.

Pflug 2002: Pflug, V.: Mobile Business macht Geschäftsprozesse effizient, in: Gora, W., Röttger-Gerigk, S. (Hrsg.): Handbuch Mobile-Commerce – Technische Grundlagen, Marktchancen und Einsatzmöglichkeiten, Heidelberg, 2002, S. 211-224.

Pham 2002: Pham, T.-L.: Mobile Kommunikationstechnologien für Mobile Business, in: Hartmann, D. (Hrsg.): Geschäftsprozesse mit Mobile Computing – Konkrete Projekterfahrung, technische Umsetzung, kalkulierbarer Erfolg des Mobiles Business, Braunschweig, Wiesbaden, 2002, S. 2-41.

PhoneGap 2011: PhoneGap: Cross platform mobile framework, http://www.phonegap.com, Abruf am: 2011-05-25.

Picot 1991: Picot, A.: Ökonomische Theorien der Organisation: Ein Überblick über neuere Ansätze und deren betriebswirtschaftliches Anwendungspotential, in: Ordelheide, D., Rudolph, B., Büsselmann, E. (Hrsg.): Betriebswirtschaftlehere und Ökonomische Theorie, Stuttgart, 1991.

Pilgrim 2010: Pilgrim, M.: HTML5 Up and Running, Köln, 2010.

Piller 2001: Piller, F. T.: Mass Customization: Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter, Markt- und Unternehmensentwicklung, Wiesbaden, 2001.

Plieger 2011: Plieger, C.: iWebKit, http://snippetspace.com/projects/ iwebkit/, Abruf am: 2011-05-31.

Plinke 1991: Plinke, W.: Investitionsgütermarketing, in: Marketing ZFP (1991) 13, München, S. 172-177.

Porter 1985: Porter, M. E.: Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance, New York, 1985.

Pousttchi/Turowski/Weizmann 2003: Pousttchi, K., Turowski, K., Weizmann, M.: Added Value-based Approach to Analyze Electronic Commerce and Mobile Commerce Business Models, in: Andrade, R. A. E., Rios, R. G., Gómez, J. M., Rautenstrauch, C. (Hrsg.): Proceedings of the International Conference Management and Technology in the New Enterprise (MT`2003), La Habana, Cuba, 2003, S. 414-423.

Pree 2006: Pree, W.: Mobiles Rechnen, in: Rechenberg, P., Pomberger, G. (Hrsg.): Informatik-Handbuch, 4., aktualisierte und erweiterte Aufl., Wien, 2006, S. 1135-1146.

Prevezanos 2010: Prevezanos, C.: Jetzt lerne ich HTML5: Start ohne Vorwissen, München, 2010.

Q

QNX 2011: QNX Software Systems: QNX Neutrino RTOS, http://www.qnx.com/products/neutrino-rtos/neutrino-rtos.html, 2011, Abruf am: 2011-03-27.

Quah 2003: Quah, D.: Digital Goods and the New Economy, http://cep.lse.ac.uk/pubs/download/dp0563.pdf, 2003, Abruf am: 2011-03-18.

R

Rautiainen 2009: Rautainen, S.: A look at Portable Document Format vulnerabilities, Information Security Technical Report 14 (2009) 1, S. 30-33.

Reichenbacher 2009: Reichenbacher, T.: Geographic Relevance in Mobile Services, in: Wilde, E., Boll, S., Cheverst, K., Fröhlich, P., Purves, R., Schöning, J. (Hrsg.): Second International Workshop on Location and the Web (LocWeb 2009), Boston, 2009, S. 32-35.

Reichwald 2002: Reichwald, R.: Mobile Kommunikation – Wertschöpfung, Technologien, neue Dienste, 1. Aufl., Wiesbaden, 2002.

Reichwald/Meier/Fremuth 2002: Reichwald, R., Meier, R., Fremuth, N.: Die mobile Ökonomie – Definition und Spezifika, in: Reichwald, R. (Hrsg.): Mobile Kommunikation – Wertschöpfung, Technologien, neue Dienste, Wiesbaden, 2002, S. 5-16.

Rey 2011: Rey, F.: Google Android Achieves Four Significant Feats, Eyes Apple iOS, http://socialbarrel.com/google-android-achieves-four-significant-feats-eyes-apple-ios/11284/, 2011-07-16, Abruf am: 2011-07-23.

Rhomobile 2011: Rhomobile Inc.: Rhodes – Smartphone apps made easy, http://rhomobile.com/products/rhodes, Abruf am: 2011-06-03.

Rieber 2009: Rieber, P.: Dynamische Webseiten in der Praxis – Mit PHP5, MySQL 5, XHTML, CSS, JavaScript und AJAX, Heidelberg, München, Landesberg, Frechen, Hamburg, 2009.

RIM 2008: Research In Motion Ltd.: What Is – JavaScript methods to use location-based services, http://www.blackberry.com/knowledgecenterpublic/livelink.exe/fetch/2000/348583/800878/852943/What_Is_-_JavaScript_methods_to_use_location-based_services_%28GPS%29.html?nodeid=1072780&vernum=0, 2008-01-03, Abruf am: 2011-06-03.

RIM 2009: Research In Motion Ltd.: How To – Detect screen orientation changes using JavaScript, http://www.blackberry.com/knowledgecenterpublic/livelink.exe/fetch/2000/348583/800878/852943/How_To_Detect_screen_orientation_changes_using_JavaScript.html?nodeid=1498758&vernum=0, 2009-03-24, Abruf am: 2011-06-03.

RIM 2009a: Research In Motion Ltd.: How To – Control the BlackBerry Browser zoom level, http://www.blackberry.com/knowledgecenterpublic/livelink.exe/fetch/2000/348583/800878/800733/How_To_-_Control_the_BlackBerry_Browser_zoom_level.html?nodeid=1444381&vernum=0, 2009-10-09, Abruf am: 2011-06-03.

RIM 2011: Research in Motion Ltd.: Unternehmenssoftware – Funktionen, http://de.blackberry.com/services/business/features.jsp, Abruf am: 2011-05-30.

RIM 2011a: Research in Motion Ltd.: BlackBerry Enterprise Server – Funktionen, http://de.blackberry.com/services/business/server/full/features.jsp, Abruf am: 2010-05-30.

RIM 2011b: Research in Motion Ltd.: BlackBerry Enterprise Server – Funktionen, http://de.blackberry.com/services/business/server/full/features.jsp#tab_tab_security, Abruf am: 2011-05-30.

RIM 2011c: Research in Motion Ltd.: BlackBerry App World, http://appworld.blackberry.com/webstore, Abruf am: 2011-06-13.

RIM 2011d: Research in Motion Ltd.: BlackBerry WebWorks and OpenSource, http://us.blackberry.com/developers/browserdev/opensource.jsp, Abruf am: 2011-08-19.

RIM 2011e: Research in Motion Ltd.: Tablet OS Application Development, http://us.blackberry.com/developers/tablet/, Abruf am: 2011-08-19.

RIM 2011f: Research in Motion Ltd.: RIM's expanded App Ecosystem: the benefits for customers and developers, http://blogs.blackberry.com/2011/04/blackberry-playbook-android/, 2011-06-04, Abruf am: 2011-08-19.

RIM 2011g: Research in Motion Ltd.: BlackBerry Development Guidelines, http://docs.blackberry.com/en/developers/subcategories/?userType=21&category=BlackBerry+Development+Guidelines, Abruf am: 2011-08-19.

RIM 2011h: Research in Motion Ltd.: BlackBerry App World Vendor Guidelines, https://appworld.blackberry.com/isvportal/home/guidelines.seam?pageIndex=1&cid=812238, Abruf am: 2011-08-19.

RIM 2011i: Research in Motion Ltd.: BlackBerry APIs with controlled access, http://docs.blackberry.com/en/developers/deliverables/5580/Java_APIs_with_controlled_access_447163_11.jsp, Abruf am: 2011-08-19.

RIM 2011j: Research in Motion Ltd.: BlackBerry Smartphones – UI Guidelines, Version 7.0 Beta, http://docs.blackberry.com/en/developers/deliverables/28626/BlackBerry_Smartphones-UI_Guidelines-T893501-1512991-0511044455-001-7.0_Beta-US.pdf, Abruf am: 2011-08-19.

rio 2010: Rio Mobile: Business-Motor mobiles Internet, Hamburg, 2010.

Rizk 2009: Rizk, A.: Beginning BlackBerry Development, New York, 2009.

Robertson 2001: Robertson, A.: Wireless Application Architectures for Business: Key Implementation Considerations, in: Cutter IT Journal 14 (2001) 3, S. 10-21.

Robra 2003: Robra, C.: Ein komponentenbasiertes Software-Architekturmodell zur Entwicklung betrieblicher Anwendungssysteme, Bamberg, 2003.

Rohmann et al. 2011: Rohmann, S., Siebert, M., Thies, F., Ullbrich, B., Voigts, R.: Mobile Application Stores im Unternehmenskontext, Projektbericht (unveröffentlicht), Professur für Anwendungssysteme und E-Business, 2011.

Ross/Westerfield/Jaffe 2005: Ross, S. A., Westerfield, R. W., Jaffee, J.: Corporate Finance, 7. Aufl., Boston, 2005.

Roth 2005: Roth, J.: Mobile Computing – Grundlagen, Technik, Konzepte, 2., aktual. Aufl., Heidelberg, 2005.

Rozanski 2009: Rozanski, U.: Silverlight 3, Heidelberg, München, Landsberg, Frechen, Hamburg, 2009.

Ruef 2010: Ruef, M.: Labs: Kryptoanalyse von Session-IDs, http://www.scip.ch/?labs.20101013, 2010-10-13, Abruf am: 2011-06-05.

S

Samulowitz 2002: Samulowitz, M.: Kontextadaptive Dienstnutzung in Ubiquitous Computing Umgebungen, München, 2002.

SAP 2009: SAP AG: mySAP Mobile Business – Mobile Procurement, http://www.sap.com/germany/media/50058796.pdf, 2009, Abruf am: 2009-07-15.

SAP 2009a: SAP AG: Getting Started Mobile, https://www.sdn.sap.com/irj/sdn/nw-mobile?rid=/webcontent/uuid/40909163-6b13-2a10-f083-f1146940f756, 2009, Abruf am: 2009-07-15.

SAP 2011: SAP AG: SAP – Von Walldorf an die Wall Street. Eine Erfolgsgeschichte, http://www.sap.com/germany/about/, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

SAP 2011a: SAP AG: SAP-Lösungen und Anwendungen, http://www.sap.com/germany/solutions/, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

SAP 2011b: SAP AG: SAP Solutions for Mobile Business: Solutions That Keep Your Business in Motion, http://www.sap.com/belux/solutions/mobilebusiness/index.epx, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

SAP 2011c: SAP AG: Komponenten und Werkzeuge: SAP Netweaver MOBILE, http://www.sap.com/germany/plattform/netweaver/components/mobile/index.epx, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

SAP 2011d: SAP AG: SAP Mobile Infrastructure, http://help.sap.com/saphelp_nw04/helpdata/de/a8/64b54cf975904da6f0ef47298cf433/content.htm, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

SAP 2011e: SAP AG: IBM und SAP, http://www.sap.com/germany/solutions/alloy/index.epx, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

SAP 2011f: SAP AG: Microsoft und SAP, http://www.sap.com/germany/solutions/duet/index.epx, 2011, Abruf am: 2011-03-16.

Sarker/Wells 2003: Sarker, S., Wells, J. D.: Understanding Mobile Handheld Device Use and Adaptation, in: Communcations of the ACM, 46 (2003) 12, S. 35-40.

Satyanarayanan 2001: Satyanarayanan, M.: Pervasive Computing: Vision and Challenges, in: IEEE Personal Communications 8 (2001) 4, S. 10-17.

Schanz 2000: Schanz, G.: Personalwirtschaftslehre – Lebendige Arbeit in verhaltenswissenschaftlicher Perspektive, 3. Aufl., 2000.

Schäfer/Christmann/Hagenhoff 2011: Schäfer, S., Christmann, S., Hagenhoff, S.: W3C Widgets – A solution for implementing platform-independent mobile applications, in: Filipe, J., Cordeiro, J. (Hrsg.): International Conference on Web Information Systems and Technologies (WEBIST 2011), Noordwijkerhout, 2011, S. 115-118.

Scheer et al. 2002: Scheer, A.-W., Feld, T., Göbl, M., Hoffmann, M.: Das mobile Unternehmen, in: Silberer, G., Wohlfahrt, J., Wilhelm, T. (Hrsg.): Mobile Commerce – Grundlagen, Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren, Wiesbaden, 2002, S. 91-110.

Scheible 2007: Scheible, J.: Python for Symbian Phones, in: Fitzek, F. H. P., Reichert, F. (Hrsg.): Mobile Phone Programming and its Application to Wireless Computing, Dordrecht, 2007, S. 23-61.

Scherz 2008: Scherz, M.: Mobile Business – Schaffung eines Bewusstseins für mobile Potenziale im Geschäftsprozesskontext, Dissertationsschrift, Berlin, 2008.

Schiffer/Templ 2006: Schiffer, S., Templ, J.: Das Internet, in: Rechenberg, P., Pomberger, G. (Hrsg.): Informatik-Handbuch, 4., aktualisierte und erweiterte Aufl., Wien, 2006, S. 1081-1109.

Schilit 1995: Schilit, W.: System Architecture for Context-Aware Mobile Computing, Dissertationsschrift, Columbia University, 1995.

Schilit/Adams/Want 1994: Schilit, B. N., Adams, N. I., Want, R.: Context-Aware Computing Applications, in: Proceedings of the Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, IEEE Computer Society, Santa Cruz, 1994, S. 85-90.

Schmidt 2001: Schmidt, S.: Mobile B2B-Märkte – Status-quo – Erfolgsfaktoren und Geschäftsmodell, in: Global Company: E-Business & M-Business – Einsichten, Ansichten und Ideen rund um das elektronische Business, Pulheim/Köln, 2001, S. 255-272.

Schmidt/Beigl/Gellersen 1999: Schmidt, A., Beigl, M., Gellersen, H.-W.: There is more to Context than Location, in: Computers & Graphics Journal, 23 (1999) 6, S. 893-902.

Schmidt/Lam/Northcutt 1999: Schmidt, B. K., Lam, M. S., Nortcutt, J. D.: The interactive performance of SLIM: a stateless, thin-client architecture, in: Proceedings of the 17th ACM symposium on Operating systems principles, Charleston, 1999, S. 32-47.

Schmitzer/Butterwegge 2000: Schmitzer, B., Butterwegge, G.: M-Commerce, in: Wirtschaftsinformatik 42 (2000) 4, S. 355-358.

Schoder 2002: Schoder, D.: Peer-to-Peer: Ökonomische, technologische und juristische Perspektiven, Berlin, 2002.

Schubert 2000: Schubert, P.: Digitale Medien für das Management der 1:1-Kundenbeziehung, in: THEXIS – Fachzeitschrift für Marketing 17 (2000) 3, S. 35-40.

Schubert/Leimstoll 2002: Schubert, P., Leimstoll, U.: Handbuch zur Personalisierung von Electronic-Commerce-Applikationen, Arbeitsberichte zum E-Business des Instituts für angewandte Betriebsökonomie, Fachhochschule beider Basel, Nr. 7, Basel, 2002.

Schulte 1996: Schulte, B. A.: Organisation mobiler Arbeit – Der Einfluss von IuK-Technologien, Wiesbaden, 1999.

Sciabarrà 2005: Sciabarrà, M.: Symbian C++ Programming Tutorial, http://www.symbiantutorial.org/symbian-tutorial/, 2005-12-30, Abruf am: 2011-06-03.

Scott/Wolfe/Erwin 2001: Scott, C., Wolfe, P., Erwin, M.: Virtuelle Private Netzwerke, Köln, 2001.

Segev 2003: Segev, A.: The Role of Mobile Computing in Enabling E-Business, in: Mobile Imperative (2003) 1, S. 92-95.

Seidenfaden 2007: Seidenfaden, L.: Ein Peer-to-Peer-basierter Ansatz zur digitalen Distribution wissenschaftlicher Informationen, in: Biethahn, J., Schumann, M. (Hrsg.): Göttinger Wirtschaftsinformatik, Band 58, Göttingen, 2007.

Seitz 2005: Seitz, C.: Ein Framework für die profilbasierte Gruppenbildung in ad hoc Umgebungen, Augsburg, 2005.

Sencha 2011: Sencha Inc.: Sencha Touch – The First HTML5 Mobile App Framework, http://www.sencha.com/products/touch/, Abruf am: 2011-06-03.

Shapiro/Varian 1998: Shapiro, C., Varian, H.: Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy, Boston, 1998.

Shaw/Garlan 1996: Shaw, M., Garlan, D.: Software Architecture: Perspectives on an Emerging Discipline, Upper Saddle River, 1996.

Shizuki/Nakasu/Tanaka 2002: Shizuki, B., Nakasu, M., Tanaka, J.: VNC-based access to remote computers from cellular phones, Proceedings of the IASTED International Conference on Communication Systems and Networks (CSN2002), 2002, S. 74-29.

Siegler 2010: Siegler, M. G.: HP On Palm Acquisition: "Our Intent Is To Double Down On WebOS", http://techcrunch.com/2010/04/28/hp-palm-deal-webos/, 2010-04-28, Abruf am: 2011-07-23.

SiliconIndia 2004: SiliconIndia: Aventeon launches India development center, http://www.siliconindia.com/shownews/Aventeon_launches_India_development_center-nid-24788.html, 2004, Abruf am: 2011-03-15.

Simone/Michel 2011: Simone, S., Michel, J.: Was bei "Bring Your Own Device" wichtig ist, http://www.computerwoche.de/management/it-strategie/2369063/, 2011-07-28, Abruf am: 2011-10-16.

Simonovich 2007: Simonovich, D.: Linking M-Business to Organization Behavior Levels – A Mobile Workforce Centered Research Framework, EC-Web 2007, Lecture notes in Computer Science (LNCS) 4655, Berlin, 2007, S. 159-168.

Slivka 2011: Slivka, E.: Apple Reports Record-Breaking Q3 2011: $7.31 Billion Profit on $28.57 Billion in Revenue, http://www.macrumors.com/2011/07/19/apple-reports-record-breaking-q3-2011/, 2011-07-19, Abruf am: 2011-07-23.

Smith/Kumar 2004: Smith, M. A., Kumar, R. L.: A theory of application service provider (ASP) use from a client perspective, in: Information & Management 41 (2004) 8, S. 977-1002.

Smyth/Cotter 2003: Smyth, B., Cotter, P.: Intelligent Navigation for Mobile Internet Portals, in: Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence, Acapulco, 2003, S. 245-253.

Sommer 1969: Sommer, R.: Personal Space: The behavorial basis of design, 1969.

Sourceforge 2009: Sourceforge: Welcome to the opl-dev project, http://opl-dev.sourceforge.net/, 2009, Abruf am: 2009-10-13.

Spiering/Haiges 2010: Spiering, M., Haiges, S.: HTML5-Apps für iPhone und Android, Poing, 2010.

Spoke 2009: Spoke: About Us, http://www.spoke.com/company/index.jsp, 2009, Abruf am: 2009-09-24.

Stahlberg/Sczesny 2001: Stahlberg, D., Sczesny, S.: Effekte des generischen Maskulinums und alternativer Sprachformen auf den gedanklichen Einbezug von Frauen, in: Psychologische Rundschau 52 (2001) 3, S. 131-140.

Stahlknecht/Hasenkamp 2004: Stahlknecht, P., Hasenkamp, U.: Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 11., vollst. überarb. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York, 2004.

Stark 2010: Stark, J.: Building iPhone Apps with HTML, CSS, and JavaScript, Sebastopol, 2010.

Stark/Hamburg/Boneh 2011: Stark, E., Hamburg, M., Boneh, D.: jsCrypto – Fast symmetric cryptography in Javascript, http://crypto.stanford.edu/sjcl, Abruf am: 2011-06-03.

StatCounter 2011: StatCounter: Top 9 Mobile Browsers on Jul 11, http://gs.statcounter.com/#mobile_browser-ww-monthly-201107-201107-bar, Abruf am: 2011-07-24.

Stähler 2002: Stähler, P.: Geschäftsmodelle in der digitalen Ökonomie, Lohmar, 2002.

Stäuble 2009: Stäuble, M.: Programmieren fürs iPhone, Einstieg in die Anwendungsentwicklung mit dem iPhone SDK 3, 2., aktual. und erw. Aufl., Heidelberg, 2009.

SteelWheels 2011: Steel Wheels Project: Coconut Framework Documentation, http://coconut-frmwk.sourceforge.net, Abruf am: 2011-06-03.

Steimer/Maier/Spinner 2001: Steimer, F. L., Maier, I., Spinner, M.: mCommerce – Einsatz und Anwendung von portablen Geräten für mobilen eCommerce, München [u. a.], 2001.

Stein 1997: Stein, L. D.: How to Set Up and Maintain a Web Site, 2. Aufl., Reading, 1997.

Steinmetz/Mühlhäuser/Welzl 2006: Steinmetz, R., Mühlhäuser, M., Welzl, M.: Rechnernetze, in: Rechenberg, P., Pomberger, G. (Hrsg.): Informatik-Handbuch, 4., aktualisierte und erweiterte Aufl., Wien, 2006, S. 429-452.

Steyer 2009: Steyer, R.: Einstieg in JavaFX: Dynamische und interaktive Java-Applikationen mit JavaFX, München, 2009.

Stickel 1997: Stickel, E. (Hrsg.): Gabler Wirtschaftsinformatik-Lexikon, Bd. 1, A-K, Wiesbaden, 1997.

Stickel 1997a: Stickel, E. (Hrsg.): Gabler Wirtschaftsinformatik-Lexikon, Bd. 2, L-Z, Wiesbaden, 1997.

Stockhausen 2009: Stockhausen, J.: Mobiles Internet: Entwicklung, Einsatz, Chancen, http://www.kernpunkt.de/dms/kernpunkt/Downloads/Studien/studie-mobiles-internet-2009.pdf, 2009, Abruf am: 2011-04-18.

Störrle 2005: Störrle, H.: UML 2 für Studenten, München, 2005.

Straube et al. 2007: Straube, F., Vogeler, S., Bensel, P., Spiegel, T.: Aktuelle Situation der RFID- Standardisierung, in: Straube, F. (Hrsg.): Digitale Schriftenreihe Logistik der Technischen Universität Berlin, 1/2007, http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2007/1626/pdf/straube_frank.pdf, Abruf am: 2011-05-29.

Stricklen et al. 2008: Stricklen, M., McHale, T., Caminetsky, M., Reddy, V.: Mobile Device Management, United States Patent Application Publication, US 2008/0070495 A1, http://ip.com/patapp/US20080070495, Abruf am: 2010-08-05.

Sulivan 2010: Sullivan, E.: Marketing App-titude, in: Marketing News 3 (2010) 15, S. 6.

Summerfield 2009: Summerfield, M.: Programming in Python 3: A Complete Introduction to the Python Language, Boston, 2009.

Sülzle 2007: Sülzle, K.: Strategic decisions on electronic business-to-business markets, in: Sinn, H. W. (Hrsg.): ifo-Beiträge zur Wirtschaftsforschung 27, München, 2007.

Sybase 2011: Sybase Inc.: PowerBuilder, http://www.sybase.com/products/modelingdevelopment/powerbuilder, 2011, Abruf am: 2011-03-15.

Sybase 2011a: Sybase Inc.: PocketBuilder 2.5 Data Sheet, http://www.sybase.com/detail?id=1032834, 2011, Abruf am: 2011-03-15.

Sybase 2011b: Sybase Inc.: PocketBuilder Features, http://www.sybase.com/products/modelingdevelopment/pocketbuilder/pocketbuilderfeatures, 2011, Abruf am: 2011-03-15.

Sybase 2011c: Sybase Inc.: SQL Anywhere, http://www.sybase.de/files/Data_Sheets/Sybase_sql10_DS_DE_20082212.pdf, 2011, Abruf am: 2011-03-15.

Symbian 2007: Symbian: Symbian announces Symbian OS v9.5, http://www.symbian.com/news/pr/2007/pr20078925.html, 2007, Abruf am: 2008-02-04.

T

Taivalsaari et al. 2008: Taivalsaari, A., Mikkonen, T., Ingalls, D., Palacz, K.: Web Browser as an Application Platform: The Lively Kernel Experience, http://research.sun.com/techrep/2008/smli_tr-2008-175.pdf, Abruf am: 2010-05-24.

Tamm/Günther 2005: Tamm, G., Günther, O.: Webbasierte Dienste: Technologien, Märkte und Geschäftsmodelle, Heidelberg, 2005.

Tanenbaum 2003: Tanenbaum, A. S.: Computernetzwerke, 4., überarb. Aufl., München, 2003.

Tanenbaum 2009: Tanenbaum, A. S.: Moderne Betriebssysteme, 3., aktual. Aufl., München, 2009.

techconsult 2003: techconsult: Mobile Business in Deutschland, http://www.techconsult.de/download/studien/BERICHTMobileBusinessinDeutschland.pdf, 2003, Abruf am: 2011-03-16.

Thamm 2009: Thamm, B.: Gespräch mit Herrn Thamm / Oracle Deutschland GmbH, geführt am: 2009-07-13.

Thia 2011: Thia, T.: BYO device strategy see uptake, http://www.zdnetasia.com/byo-device-strategy-see-uptake-62301449.htm, 2011-07-29, Abruf am: 2011-08-02.

Thompson 2011: Thompson, N.: Mobile Device Management, http://www.mobiledevicemanagement.com, Abruf am: 2011-05-28.

Tilkov 2011: Tilkov, S.: REST und HTTP – Einsatz der Architektur des Web für Integrationsszenarien, 2., aktual. und erw. Aufl., Heidelberg, 2011.

TNS 2009: TNS Infratest, Mobiles Internet für den Massenmarkt, http://www.tns-infratest.com/presse/presseinformation.asp?prID=685, 2009-03-02, Abruf am: 2011-07-16.

Tornack/Christmann/Hagenhoff 2011: Tornack, C., Christmann, S., Hagenhoff, S.: Tendenzielle Unterschiede zwischen B2B- und B2C-Anwendungen für mobile Endgeräte, in: Schumann, M. (Hrsg.): Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Universität Göttingen, Nr. 3, Göttingen, 2011.

Trang 2011: Trang, S.: Wirtschaftlichkeit und Herausforderungen der Entwicklung mobiler Anwendungen für Android, Abschlussarbeit (unveröffentlicht), Professur für Anwendungssysteme und E-Business, 2011.

Turowski/Pousttchi 2004: Turowski, K., Pousttchi, K.: Mobile Commerce – Grundlagen und Techniken, Berlin, Heidelberg, 2004.

U

ubitexx 2010: ubitexx GmbH: ubitexx stellt Mobile Device Management-Lösung ubi-Suite in the Cloud, http://www.ubitexx.com/LinkClick.aspx?fileticket=p7iEVVuYF%2fU%3d&tabid=36, 2010-02-18, Abruf am: 2011-11-28.

ubitexx 2011: ubitexx GmbH: Zentraler Rollout aller eingesetzten Smartphones und PDAs in acht Minuten, http://www.ubitexx.com/language/de-de/mobile_device_management/rollout, Abruf am: 2011-05-30.

UC 2009: University of Cambridge: Comparison of FTP, SCP and SFTP, http://www.cam.ac.uk/cs/filetransfer/compare.html, Februar 2009, Abruf am: 2011-06-05.

Ullenboom 2003: Ullenboom, C.: Java ist auch eine Insel, 3. Aufl., Bonn, 2003.

V

Vander Veer 1997: Vander Veer, E. A.: JavaScript für Dummies, Bonn, Albany, Attenkirchen, 1997.
Vaughan-Nichols 2003: Vaughan-Nichols, S. J.: The battle over the universal Java IDE, in: Computer 36 (2003) 49, S. 21-23.
Vaske 2007: Vaske, H.: Googles Mobilfunkplan ist gewagt, in: Computerwoche (2007) 46, S. 6.
Venkatraman/Henderson 1998: Venkatraman, N., Henderson, J. C.: Real Strategies for Virtual Organizing, in: Sloan Management Review 40 (1998) 1, S. 33-48.
Victor/Vandewoude/Berbers 2006: Victor, K., Vandewoud, Y., Berbers, Y.: Application platforms for embedded systems: suitability of J2ME and .NET compact framework, in: Proceedings of the 2006 International Conference on Software Engineering Research & Practice, Las Vegas, 2006, S. 367-374.
Viswanathan 2011: Viswanathan, P.: The Latest BlackBerry Tablet OS Tries to Pull in Developers, http://mobiledevices.about.com/od/reviewsandmore/a/The-Latest-BlackBerry-Tablet-Os-Tries-To-Pull-In-Developers.htm, 2011-05-19, Abruf am: 2011-08-19.
Vogel et al. 2009: Vogel, O., Arnold, I., Chughtai, A., Ihler, E., Kehrer, T., Mehlig, U., Zdun, U.: Software-Architektur, Grundlagen – Konzepte – Praxis, 2. Aufl., 2009.
Voigts/Christmann/Hagenhoff 2011: Voigts, R., Christmann, S., Hagenhoff, S.: Mobile Web Browsers, in: Schumann, M. (Hrsg.): Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Universität Göttingen, Nr. 1, Göttingen, 2011.

W

W3C 1999: W3C: Web Content Accessibility Guidelines 1.0, http://www.w3.org/TR/1999/WAI-WEBCONTENT-19990505/, 1999-05-05, Abruf am: 2011-06-03.
W3C 2008: W3C: Offline Web Applications, http://www.w3.org/TR/offline-webapps/, 2008-05-30, Abruf am: 2011-06-03.
W3C 2008a: W3C: Mobile Web Best Practices 1.0, http://www.w3.org/TR/mobile-bp, 2008-06-29, Abruf am: 2010-05-30.
W3C 2010: W3C: HTML5, http://dev.w3.org/html5/spec/Overview.html, 2010-06-03, Abruf am: 2011-06-03.
W3C 2010a: W3C: Mobile Web Application Best Practices, http://www.w3.org/TR/mwabp/, 2010-12-14, Abruf am: 2011-08-20.
W3C 2011: W3C: About W3C, http://www.w3.org/Consortium/, Abruf am: 2011-08-20.

w3development 2011: w3development: UAProf profile repository, http://w3development.de/rdf/uaprof_repository, Abruf am: 2011-06-03.

Walgenbach 2007: Walgenbach, G.: Die Vorteilssituation von Innovatoren auf elektronischen Märkten, Wiesbaden, 2007.

Walter 2008: Walter, T.: Kompendium der Web-Programmierung, Dynamische Web-Sites, Berlin, Heidelberg, 2008.

Walsh 2003: Walsh, K. R.: Analyzing the Application ASP Concept: Technologies, Economies, and Strategies, in: Communications of the ACM 46 (2003) 8, S. 103-107.

Wargo 2009: Wargo, J. M.: BlackBerry Development Fundaments, Boston, 2009.

Wasserman 2010: Wasserman, A. I.: Software engineering issues for mobile application development, Proceedings of the FSE/SDP workshop on Future of software engineering research, Santa Fe, 2010, S. 397-400.

WebAppNet 2011: WebApp.NET: WebApp.Net – A web application microframework, http://www.webapp-net.com, Abruf am: 2011-06-03.

Weber 2006: Weber, V.: Exchange Pushmail auf Smartphones ohne Windows Mobile 5, http://www.heise.de/newsticker/meldung/Exchange-Pushmail-auf-Smartphones-ohne-Windows-Mobile-5-111421.html, 2006-03-21, Abruf am: 2011-05-30.

WebKit 2011: WebKit: Applications using WebKit, http://trac.webkit.org/wiki/Applications%20using%20WebKit, Abruf am: 2011-06-03.

WebKit 2011a: WebKit: The WebKit Open Source Project, http://webkit.org, 2011, Abruf am: 2011-07-24.

Weiber 2002: Weiber, R.: Die empirischen Gesetze der Netzwerkökonomie – Auswirkungen von IT-Innovationen auf den Auswirkungen von IT-Innovationen auf den ökonomischen Handlungsrahmen, in: Die Unternehmung. Swiss journal of business research and practice; Organ der Schweizerischen Gesellschaft für Betriebswirtschaft (SGB), Bd. 56, Zürich, 2002, S. 269-294.

Weiser 1993: Weiser, M.: Hot Topics: Ubiquitous Computing, in: IEEE Computer 26 (1993) 10, S. 71-72.

Weiser/Brown 1997: Weiser, M., Brown, J. S.: The Coming Age of Calm Technology, in: Denning, P. J., Metcalfe, R. M. (Hrsg.): Beyond Calculation: The Next Fifty Years of Computing, New York, 1997, S. 75-85.

Weiss 2007: Weiss, A.: Computing in the Clouds, in: netWorker 11 (2007) 4, S. 16-25.

Wenz 2008: Wenz, C.: JavaScript und Ajax – Das umfassende Handbuch, Bonn, 2008.

Wenz 2010: Wenz, C.: Ajax – schnell + kompakt, Frankfurt am Main, 2010.

Werner 2002: Werner, H.: Supply Chain Management – Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling, 2. überarb. und erw. Aufl., Wiesbaden, 2002.

Weschkalnies 2009: Weschkalnies, N.: Adobe Flash CS4: Das umfassende Handbuch, Bonn, 2009.

Weßendorf 2006: Weßendorf, M.: Web Services & mobile Clients – SOAP, WSDL, UDDI, J2ME, MIDlets, WAP & JSF, Herdecke, Bochum, 2006.

Wiberg/Ljungberg 1999: Wiberg, M., Ljungberg, F.: Exploring the vision of anytime, anywhere in the context of mobile work, in: Malhotra, Y. (Hrsg.): Knowledge Management and Virtual Organizations, Hershey, S. 157-169.

Wichmann/Boll 2009: Wichmann, D., Boll, S.: Companion Platform – Modular Software Platform for Rapid Development of Mobile Applications, in: it – Information Technology 51 (2009) 2, S. 72-78.

Widjaja 2008: Widjaja, S.: Rich Internet Applications mit Adobe Flex 3, München, 2008.

Wiechers 2011: Wiechers, S.: Location based mobile websites, http://code.google.com/p/geo-location-javascript/, Abruf am: 2011-06-03.

Wiedmann/Buckler/Buxel 2000: Wiedmann, K.-P., Buckler, F., Buxel, H.: Chancenpotentiale und Gestaltungsperspektiven des Mobile Business, in: der markt 39 (2000) 153, S. 84-96.

Wigley et al. 2003: Wigley, A., Wheelwright, S., Burbidge, R., MacLoed, R., Sutton, M.: Microsoft .NET Compact Framework (Core Reference), Redmond, 2003.

Wilde/Hess 2007: Wilde, T., Hess, T.: Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik – Eine empirische Unterung, in: Wirtschaftsinformatik 49 (2007) 4, S. 280-287.

Wilkens 2009: Wilkens, A.: Oracle enttäuscht mit Umsatzrückgang, http://www.heise.de/newsticker/Oracle-enttaeuscht-mit-Umsatzrueckgang--/meldung/145430, 2009-09-17, Abruf am: 2011-03-16.

Williams/Tollett 2004: Williams R., Tollett, J.: The Non-Designer's Web Book: An Easy Guide to Creating, Designing, and Posting Your Own Web Site, Amsterdam, 2004.

WiMAX-Forum 2005: WiMAX Forum: Fixed, nomadic, portable and mobile applications for 802.16-2004 and 802.16e WiMAX networks, http://www.wimaxforum.org/news/downloads/Applications_for_802.16-2004_and_802.16e_WiMAX_networks_final.pdf, November 2005, Abruf am: 2006-11-19.

Wind/Jensen/Torp 2007: Wind, R., Jensen, C. S., Torp, K.: Windows Mobile Programming, in: Fitzek, F. H. P., Reichert, F. (Hrsg.): Mobile Phone Programming and its Application to Wireless Computing, Dordrecht, 2007, S. 207-235.

Wirtz 2000: Wirtz, B. W.: Electronic Business, Wiesbaden, 2000.

Wohlfahrt 2001: Wohlfahrt, J.: One-to-one Marketing im Mobile Commerce, in: Information Management & Consulting, 16 (2001) 2, S. 49-53.

Wohlfahrt 2004: Wohlfahrt, J.: Akzeptanz und Wirkung von Mobile-Business-Anwendungen, Hamburg, 2004.

Wolf 2009: Wolf, J.: C++ von A bis Z – Das umfassende Handbuch, Bonn, 2009.

WPA 2011: WindowsPhoneApplist: Windows Phone applications, http://www.windowsphoneapplist.com, Abruf am: 2011-07-23.

Wunderlich 2005: Wunderlich, L.: Software-Architekturen in Java – Modelle, Techniken, Praxis, Bonn, 2005.

X

Xamarin 2011: Xamarin: MonoTouch – Creative native iPhone, iPod and iPad apps using C# and .NET, http://ios.xamarin.com, 2011, Abruf am: 2011-08-14.

Y

Yang et al. 2003: Yang, S. J., Nieh, J., Krishnappa, S., Mohla, A., Sajjadpour, M.: Web Browsing Performance of Wireless Thin-client Computing, in: Proceedings of the 12th International World Wide Web Conference (WWW 2003), Budapest, 2003, S. 68-79.

Yin 2002: Yin, R. K.: Case Study Research: Design and Methods, 3. Aufl., Thousand Oaks, 2002.

Young/Givens/Gianninas 2009: Young, S. T., Givens, M., Gianninas, D.: Adobe AIR Programming Unleashed, Indianapolis, 2009.

Z

Zammetti 2009: Zammetti, F. W.: Practical Palm Pre webOS Projects, New York, 2009.

Zangemeister 1976: Zangemeister, C.: Nutzwertanalyse in der Systemtechnik: Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen, Hamburg, 1976.

Zantow 2007: Zantow, R.: Finanzwirtschaft der Unternehmung – Die Grundlagen des moderenen Finanzmanagements, 2. aktual. Aufl., München, 2007.

Zarnekow/Scheeg/Brenner 2004: Zarnekow, R., Scheeg, J., Brenner, W.: Untersuchung der Lebenszykluskosten von IT-Anwendungen, in: Wirtschaftsinformatik 46 (2004) 3, S. 181-187.

Zenprise 2011: Zenprise: Enterprise App Store, http://www.zenprise.com/zenprise_advantage/enterprise_app_store/, Abruf am: 2011-10-15.

Zheng/Ni 2006: Zheng, P., Ni, L.: Smart Phone and Next-Generation Mobile Computing, Amsterdam [u. a.], 2006.

Zobel 2001: Zobel, J.: Mobile Business und M-Commerce: die Märkte der Zukunft erobern, Wien, 2001.

Zwicky 1966: Zwicky, F.: Entdecken, Erfinden, Forschen im Morphologischen Weltbild, München, Zürich, 1966.

Anhang

A1 Ursachen von Herausforderungen im Unternehmenskontext

Zur Verdeutlichung der Ursachen für die Herausforderungen des Einsatzes von mobilem Internet in Unternehmen werden hier die Spezifika aus Kapitel 4 noch einmal in Dendrogrammen zusammengefasst.

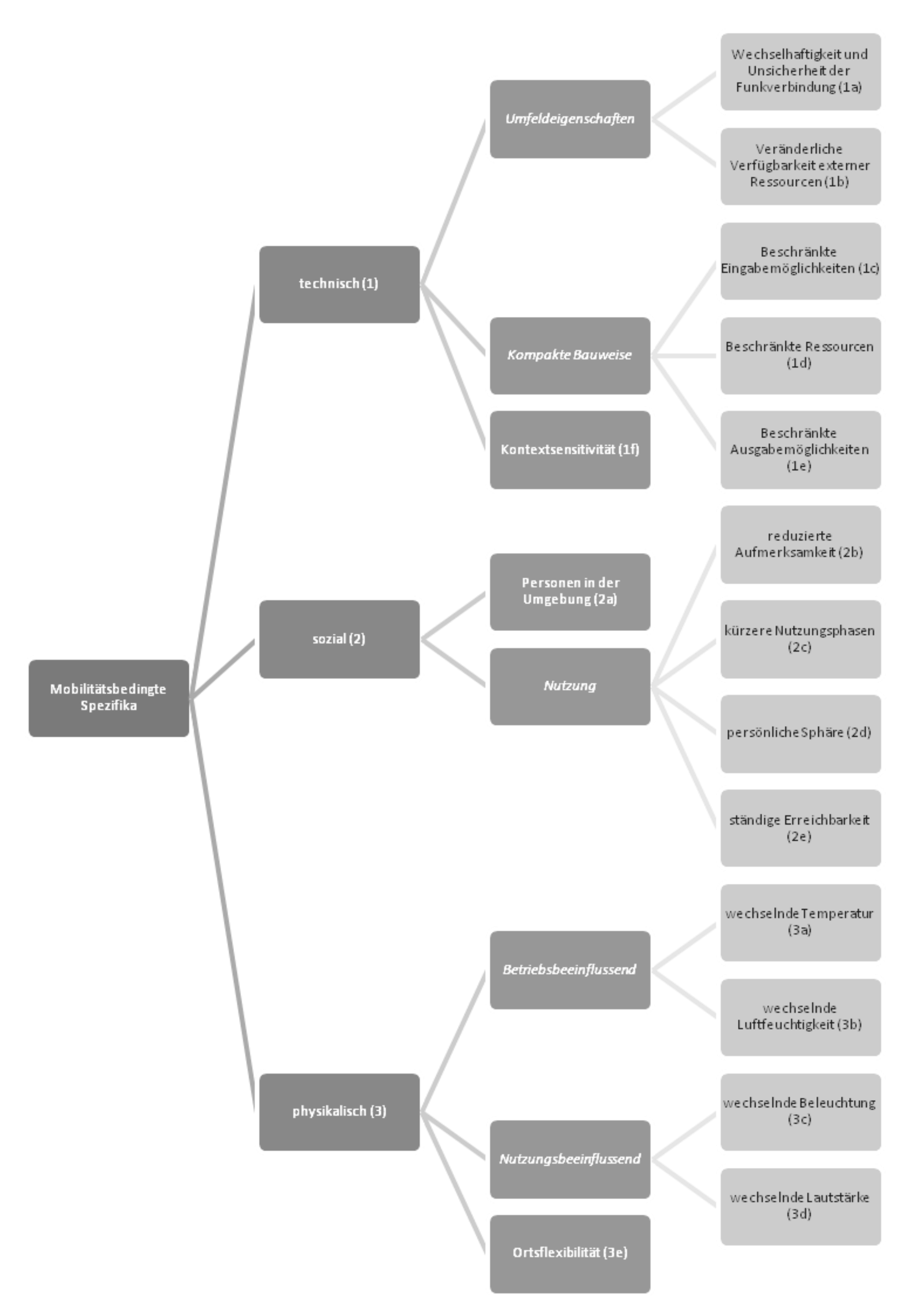


Abbildung 105: Mobilitätsbedingte Spezifika des mobilen Internets

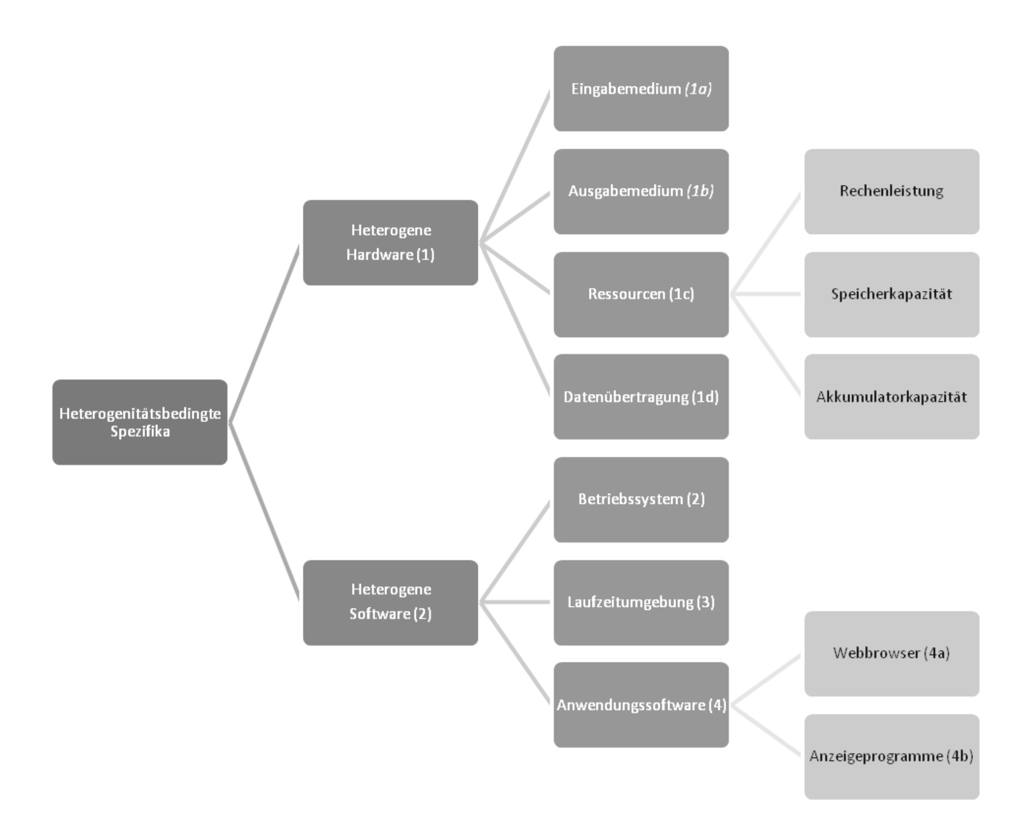


Abbildung 106: Heterogenitätsbedingte Spezifika des mobilen Internets

A2 Vergleichsfallstudien im B2C-Bereich

Um tendenzielle Unterschiede zwischen Anwendungen für mobile Endgeräte im B2B- und B2C-Bereich zu identifizieren, wurden die B2C-Fallstudien von Caus und Hagenhoff (2007, S. 41ff.) durch weitere Anwendungen systematisch ergänzt. Dazu fand zunächst eine Literaturstudie zu den typischen Anwendungsbereichen von Anwendungen für mobile Endgeräte im Privatkundengeschäft durchgeführt, deren Ergebnis Tabelle 56 zeigt.

Tabelle 56: Einsatzbereiche von Anwendungen für mobile Endgeräte im B2C-Bereich[154]

Autoren	Anwendungsfelder	Klasse
Berger/Lehner 2003, S. 87	Finanzdienstleistungen	I+T
	Sicherheitsdienstleistungen	K
	Mobile Shopping	T
	Mobile Banking	T
	Dynamisches Informationsmanagement	I
	Mobile Informationsdienste	I
	Entertainmentangebote	U
	Telematik	I
	Kundenservice	K
	Mobile Payment	T
	Auktionen	T
Zobel 2001, S. 184 ff.	Finanzdienstleistungen: Wirtschafts- und Börseninformationen Mobile Banking Mobile Brokerage	I+T
	Gesundheitsüberwachung	K

154 Quelle: Tornack/Christmann/Hagenhoff 2011, S. 158.

	Unterhaltung: Spiele Musik Video und Bilder Wetten	U
	M-Shopping	T
	Auktionen	T
	Navigation	I
	Kommunikationsdienste (E-Mail)	K
	Sicherheit (Notruf mit Standortangabe)	K
	Portale	I
	Informationsdienste (Content-Lieferanten)	I
	Öffentliche Verwaltung	K
Schmitzer/Butterwegge 2000, S. 357	Auktion	T
	Bankgeschäfte	I+T
	Einkauf	T
	Werbung	K
	Informationsdienstleistung	I
Hanhart 2007, S. 20	Auktion	T
	Fluginformationen	I
	Bezahlung	T
	Gesundheitssysteme	K
	Suchdienste	I
Kuhn 2003, S. 37	mShopping	T
	mPayment	T

	mGaming	U
	mBanking	T
	mHealth-Care	K
	mEducation	I

Die Anwendungsgebiete wurden in vier Klassen zusammengefasst: Information (I), Kommunikation (K), Transaktion (T) und Unterhaltung (U). Für diese vier Klassen wurden daraufhin jeweils zwei Anwendungen nach Bekanntheit ausgewählt, die in Tabelle 57 abgebildet sind.

Tabelle 57: Vergleichsfallstudien im B2C-Bereich[155]

Anbieter	B2C-Anwendung	Klasse
Qwikker Ltd.	Qwikker – Mobile Marketing	Information
SPRXmobile	Layar – Augmented Reality	
Critical Path Inc.	ShoZu – Mobile Communication	Kommunikation
Waze Ltd.	Waze – Social GPS Navigation	
Star Finanz GmbH	S-Banking – Mobile Banking	Transaktion
Shopgate GmbH	Shopgate – Mobile Shopping	
SPB Software Inc.	SPB TV – Mobile Television	Unterhaltung
Spotify Ltd.	Spotify – Mobile Music	

Umfangreiche Beschreibungen dieser Anwendungen finden sich bei Tornack, Christmann und Hagenhoff (2011, S. 64ff.)

155 Quelle: Tornack/Christmann/Hagenhoff 2011, S. 65.

A3 Fragebogen zur Unternehmensbefragung

Georg-August-Universität Göttingen

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Professur für Anwendungssysteme und E-Business
Prof. Dr. Matthias Schumann

Allgemeine Fragen

1. Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen im Jahresdurchschnitt?

☐ < 50 ☐ 50-149 ☐ 150-299 ☐ 300-499
☐ 500-999 ☐ 1.000-2.999 ☐ 3.000-7.499 ☐ 7.500-14.999
☐ 15.000-25.000 ☐ > 25.000

2. In welchem Sektor ist Ihr Unternehmen tätig?

☐ Land- und Forstwirtschaft
☐ Verarbeitendes Gewerbe
☐ Energie- und Wasserversorgung
☐ Baugewerbe
☐ Handel
☐ Verkehr und Nachrichtenübermittlung
☐ Kredit- und Versicherungsgewerbe
☐ Grundstücks- und Wohnungswesen
☐ Gesundheits-, Veterinär-, Sozialwesen
☐ Gastgewerbe
☐ Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
☐ Erbringung von sonstigen öffentlichen Dienstleistungen

3. Wie viele Ihrer Mitarbeiter sind regelmäßig mehr als 20 % ihrer Arbeitszeit mobil (nicht an ihrem festen Arbeitsplatz)?

☐ < 5 % ☐ 5-10 % ☐ 11-20 % ☐ > 20 %

Allgemeine Fragen zum mobilen Internet

4. Erhalten Ihre Mitarbeiter ein mobiles Endgerät für den dienstlichen Gebrauch?

☐ Ja ☐ Nein

5. Achten Sie bei der Neuanschaffung von mobilen Endgeräten auf die Internetfähigkeit und einen passenden Datentarif?

☐ Ja ☐ Nein

6. Welche Herausforderungen sehen Sie bei dem Einsatz von mobilen Endgeräten?

☐ Geringe Auflösung/Displaygröße
☐ Geringe Rechenleistung
☐ Bedenken bzgl. des Datenschutzes
☐ Heterogenität der Betriebssysteme
☐ Unterschiedliche Bedienkonzepte
☐ Begrenzte Akkulaufzeiten
☐ Zu hohe Kosten (Anschaffung + Betrieb)
☐ Sonstige:______________________________

Abbildung 107: Fragebogen, Seite 3/4



Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Professur für Anwendungssysteme und E-Business
Prof. Dr. Matthias Schumann

7. Wie wichtig schätzen Sie das mobile Internet für Ihr Unternehmen heutzutage ein?

Sehr unwichtig ○ ○ ○ ○ ○ Sehr wichtig

8. Wie wichtig schätzen Sie das mobile Internet für Ihr Unternehmen in drei Jahren ein?

Sehr unwichtig ○ ○ ○ ○ ○ Sehr wichtig

9. Verfügt Ihr Unternehmen über eine schriftlich verfasste IT-Strategie, die den Einsatz von mobilem Internet berücksichtigt?

☐ Ja ☐ Nein

10. Fühlt sich Ihr Unternehmen durch Mitarbeiternachfragen zur Unterstützung von mobilen Endgeräten im Arbeitsalltag gedrängt?

Sehr geringe Zustimmung ○ ○ ○ ○ ○ Sehr große Zustimmung

11. Wie kritisch sehen Sie im Allgemeinen die Sicherheitsrisiken von IT-Anwendungen für Ihr Unternehmen?

Sehr geringes Risiko ○ ○ ○ ○ ○ Sehr hohes Risiko

12. Setzen Sie mobiles Internet zurzeit in Ihrem Unternehmen ein?

☐ Ja ☐ Nein

Fragen zum Einsatz des mobilen Internets

Bitte überspringen Sie diesen Frageblock, falls Sie das mobile Internet **nicht** einsetzen.

13. Ist der Einsatz des mobilen Internets für Ihr Unternehmen fester, wichtiger Bestandteil im Arbeitsalltag?

Sehr wichtiger Bestandteil ○ ○ ○ ○ ○ Wenig wichtiger Bestandteil

14. Wie eng sind die mobilen Prozesse mit den stationären Prozessen integriert?

Sehr wenig integriert ○ ○ ○ ○ ○ Sehr stark integriert

15. Stellt die Verzahnung von stationären mit mobilen Prozessen eine organisatorische Herausforderung dar?

Sehr geringe Herausforderung ○ ○ ○ ○ ○ Sehr große Herausforderung

Abbildung 108: Fragebogen, Seite 2/4



Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Professur für Anwendungssysteme und E-Business
Prof. Dr. Matthias Schumann

16. Zahlen sich die Investitionen in das mobile Internet finanziell für Ihr Unternehmen aus?

    Sehr geringe Zustimmung ○ ○ ○ ○ ○ Sehr große Zustimmung

17. Gestatten Sie den Zugriff auf Unternehmensressourcen (z. B. Emails, Dokumente, Datenbanken) mit privaten mobilen Endgeräten?

    ☐ Ja ☐ Nein

18. Achten Sie bei der Neuanschaffung von mobilen Endgeräten auf die Internetfähigkeit und einen passenden Datentarif?

    ☐ Ja ☐ Nein

19. Setzen Sie auf allen mobilen Endgeräten das gleiche Betriebsystem ein?

    ☐ Nein ☐ Ja, welches:________________________________

20. Setzen Sie das mobile Internet schwerpunktmäßig in mobilen und/oder zeitkritischen Prozessen ein?

    ☐ Eher mobil ☐ Eher zeitkritisch ☐ Beides ☐ Weder noch

21. Setzt Ihr Unternehmen ausschließlich Standarddienste (z. B. WWW, Email) ein?

    ☐ Nein ☐ Ja

    Wenn ja, warum?

    - ☐ Fehlender Bedarf an individuellen Lösungen
    - ☐ Keine entsprechenden Lösungen auf dem Markt vorhanden
    - ☐ Individuallösung zu kostspielig
    - ☐ Sonstiges:____

Fragen zum Einsatz von AppStores im Unternehmen
Bitte überspringen Sie diesen Frageblock, falls Sie **keine** AppStores im Unternehmen einsetzen.

22. Ist Ihren Mitarbeitern die Nutzung allgemein zugänglicher AppStores (z. B. Apple AppStore, Android Marketplace) über die Dienstgeräte erlaubt?

    ☐ Ja ☐ Nein

Abbildung 109: Fragebogen, Seite 3/4



Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Professur für Anwendungssysteme und E-Business
Prof. Dr. Matthias Schumann

23. Wie häufig werden folgende Arten von Anwendungen auf den mobilen Endgeräten dienstlich genutzt?

Mitgelieferte Anwendungen	nie	○	○	○	○	○	sehr häufig
Individuallösungen für Ihr Unternehmen	nie	○	○	○	○	○	sehr häufig
Nachinstallierte Standardsoftware	nie	○	○	○	○	○	sehr häufig

24. Dürfen Individuallösungen des eigenen Unternehmens auch auf den privaten Endgeräten der Mitarbeiter installiert werden?

☐ Ja, alle ☐ Ja, aber nicht alle ☐ Nein

25. Wie häufig werden in Ihrem Unternehmen Geschäftsanwendungen aus AppStores bezogen?

Kostenpflichtige Anwendungen	nie	○	○	○	○	○	sehr häufig
Kostenlose Anwendungen	nie	○	○	○	○	○	sehr häufig

26. Worüber erfolgt die Installation von mobilen Anwendungen?

☐ Mobile Device Management-Lösung ☐ AppStore
☐ Download-Link ☐ E-Mail
☐ Sonstiges: ____________________

27. Wer ist für die Installation von Anwendungen auf den mobilen Endgeräten offiziell verantwortlich?

☐ Nutzer ☐ IT-Abteilung

Fragen zum Nicht-Einsatz des mobilen Internets
Bitte füllen Sie diesen Teil aus, falls Sie kein mobiles Internet im Unternehmen einsetzen.

28. Planen Sie in den nächsten drei Jahren die Einführung von mobilem Internet?

☐ Ja ☐ Nein

29. Haben Sie sich bewusst gegen den Einsatz des mobilen Internets entschieden?

☐ Nein ☐ Ja

Wenn ja, warum?

☐ Einsatz ist unrentabel ☐ Mangelnde Datensicherheit
☐ Fehlender Bedarf ☐ Heterogenität der Betriebssysteme
☐ Fehlendes Know-how ☐ Sonstiges: ____________

Abbildung 110: Fragebogen, Seite 4/4

A4 Ergebnisse der Unternehmensbefragung

In diesem Teil des Anhangs werden die Ergebnisse der Befragung (vgl. Kapitel 6) gegliedert nach den Fragen des Fragebogens (vgl. Anhang A3) wiedergeben.

Tabelle 58: Durchschnittliche Mitarbeiterzahl antwortender Unternehmen

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 1: Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen im Jahresdurchschnitt? (N=130)	< 50	3	2,3 %
	50-149	22	16,9 %
	150-299	17	13,1 %
	300-499	5	3,9 %
	500-999	3	2,3 %
	1000-2999	13	10 %
	3000-7499	22	16,9 %
	7500-14999	16	12,3 %
	15000-25000	11	8,5 %
	>25000	18	13,9 %

Tabelle 59: Wirtschaftssektoren antwortender Unternehmen

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 2: In welchem Sektor ist Ihr Unternehmen tätig? (N=129)	Land- und Forstwirtschaft	1	0,8 %
	Verarbeitendes Gewerbe	43	33,3 %
	Energie- und Wasserversorgung	9	7 %
	Baugewerbe	9	7 %
	Handel	27	20,9 %
	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung	0	0 %
	Erbringung von sonstigen öffentlichen Dienstleistungen	14	10,9 %
	Verkehr und Nachrichtenübermittlung	10	7,8 %
	Kredit- und Versicherungsgewerbe	12	9,3 %
	Grundstücks- und Wohnungswesen	2	1,6 %
	Gesundheits-, Veterinär-, Sozialwesen	2	1,6 %
	Gastgewerbe	0	0 %

Tabelle 60: Anteil mobiler Mitarbeiter bei antwortenden Unternehmen

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 3: Wie viele Ihrer Mitarbeiter sind regelmäßig mehr als 20 % ihrer Arbeitszeit mobil (nicht an ihrem festen Arbeitsplatz)? (N=131)	< 5 %	25	19,1 %
	5-10 %	43	32,8 %
	11-20 %	26	19,9 %
	> 20 %	37	28,2 %

Tabelle 61: Bereitstellung dienstlicher mobiler Endgeräte

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 4: Erhalten Ihre Mitarbeiter ein mobiles Endgerät für den dienstlichen Gebrauch? (N=132)	Ja	127	96,2 %
	Nein	5	3,8 %

Tabelle 62: Berücksichtigung des mobilen Internets beim Endgerätekauf

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 5: Achten Sie bei der Neuanschaffung von mobilen Endgeräten auf die Internetfähigkeit und einen passenden Datentarif? (N=132)	Ja	116	87,9 %
	Nein	16	12,1 %

Tabelle 63: Bewertung der Herausforderungen des mobilen Internets

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 6: Welche Herausforderungen sehen Sie bei dem Einsatz von mobilen Endgeräten? (N=123, Mehrfachantworten möglich)	Geringe Auflösung/Displaygröße	36	29,3 %
	Geringe Rechenleistung	8	6,5 %
	Bedenken bzgl. des Datenschutzes	70	56,9 %
	Heterogenität der Betriebssysteme	57	46,3 %
	Unterschiedliche Bedienkonzepte	39	31,7 %
	Begrenzte Akkulaufzeiten	50	40,7 %
	Zu hohe Kosten (Anschaffung + Betrieb)	57	46,3 %

Tabelle 64: Aktuelle Wichtigkeit des mobilen Internets

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 7: Wie wichtig schätzen Sie das mobile Internet für Ihr Unternehmen heutzutage ein? (N=132)	sehr unwichtig	5	3,8 %
	unwichtig	14	10,6 %
	unentschlossen	31	23,5 %
	wichtig	49	37,1 %
	sehr wichtig	33	25 %

Tabelle 65: Wichtigkeit des mobilen Internets in drei Jahren

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 8: Wie wichtig schätzen Sie das mobile Internet für Ihr Unternehmen in drei Jahren ein? (N=131)	sehr unwichtig	3	2,3 %
	unwichtig	8	6,1 %
	unentschlossen	13	9,9 %
	wichtig	53	40,5 %
	sehr wichtig	54	41,2 %

Tabelle 66: Strategische Berücksichtigung des mobilen Internets

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 9: Verfügt Ihr Unternehmen über eine schriftlich verfasste IT-Strategie, die den Einsatz von mobilem Internet berücksichtigt? (N=131)	Ja	63	48,1 %
	Nein	68	51,9 %

Tabelle 67: Einfluss von Mitarbeitern auf die Einsatzentscheidung

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 10: Fühlt sich Ihr Unternehmen durch Mitarbeiternachfragen zur Unterstützung von mobilen Endgeräten im Arbeitsalltag gedrängt? (N=131)	sehr geringe Zustimmung	22	16,7 %
	geringe Zustimmung	23	17,4 %
	unentschlossen	40	30,3 %
	große Zustimmung	42	31,8 %
	sehr große Zustimmung	4	3 %

Tabelle 68: Bewertung von Sicherheitsrisiken für das eigene Unternehmen

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 11: Wie kritisch sehen Sie im Allgemeinen die Sicherheitsrisiken von IT-Anwendungen für Ihr Unternehmen? (N=129)	sehr geringes Risiko	3	2,3 %
	geringes Risiko	11	8,5 %
	unentschlossen	43	33,3 %
	großes Risiko	61	47,2 %
	sehr großes Risiko	11	8,5 %

Tabelle 69: Einsatz des mobilen Internets

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 12: Setzen Sie mobiles Internet zurzeit in Ihrem Unternehmen ein? (N=131)	Ja	113	86,3 %
	Nein	18	13,7 %

Bei Einsatz des mobilen Internets:

Tabelle 70: Integration des mobilen Internets in den Arbeitsalltag

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 13: Ist der Einsatz des mobilen Internets für Ihr Unternehmen fester, wichtiger Bestandteil im Arbeitsalltag? (N=115)	sehr wichtiger Bestandteil	10	8,7 %
	wichtiger Bestandteil	34	29,6 %
	unentschlossen	32	27,8 %
	weniger wichtiger Bestandteil	28	24,4 %
	unwichtiger Bestandteil	11	9,6 %

Tabelle 71: Grad der Integration von mobilen Endgeräten

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 14: Wie eng sind die mobilen Prozesse mit den stationären Prozessen integriert? (N=115)	sehr wenig integriert	24	20,9 %
	wenig integriert	31	27 %
	unentschlossen	22	19,1 %
	stark integriert	22	19,1 %
	sehr stark integriert	16	13,9 %

Tabelle 72: Bewertung der Integration von mobilen Endgeräten

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 15: Stellt die Verzahnung von stationären mit mobilen Prozessen eine organisatorische Herausforderung dar? (N=113)	sehr geringe Herausforderung	8	7,1 %
	geringe Herausforderung	21	18,6 %
	unentschlossen	35	31 %
	große Herausforderung	41	36,3 %
	sehr große Herausforderung	8	7,1 %

Tabelle 73: Ökonomische Bewertung von Investitionen in das mobile Internet

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 16: Zahlen sich die Investitionen in das mobile Internet finanziell für Ihr Unternehmen aus? (N=115)	sehr geringe Zustimmung	13	11,3 %
	geringe Zustimmung	17	14,8 %
	unentschlossen	46	40 %
	große Zustimmung	33	28,7 %
	sehr große Zustimmung	6	5,2 %

Tabelle 74: Zugriff auf Unternehmensressourcen mit privaten Endgeräten

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 17: Gestatten Sie den Zugriff auf Unternehmensressourcen (z. B. Emails, Dokumente, Datenbanken) mit privaten mobilen Endgeräten? (N=116)	Ja	48	41,4 %
	Nein	68	58,6 %

Tabelle 75: Operative Berücksichtigung des mobilen Internets

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 18: Achten Sie bei der Neuanschaffung von mobilen Endgeräten auf die Internetfähigkeit und einen passenden Datentarif? (N=115)	Ja	108	81,8 %
	Nein	7	5,3 %

Tabelle 76: Einheitlichkeit der eingesetzten Betriebssysteme

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 19: Setzen Sie auf allen mobilen Endgeräten das gleiche Betriebssystem ein? (N=115)	Ja	34	29,6 %
	Nein	81	70,4 %

Tabelle 77: Einsatz des mobilen Internets in mobilen und zeitkritischen Prozessen

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 20: Setzen Sie das mobile Internet schwerpunktmäßig in mobilen und/oder zeitkritischen Prozessen ein? (N=114)	eher mobil	56	49,6 %
	eher zeitkritisch	2	1,8 %
	beides	34	30,1 %
	weder noch	21	18,6 %

Tabelle 78: Art der Nutzung des mobilen Internets

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 21: Setzt Ihr Unternehmen ausschließlich Standarddienste (z. B. WWW, Email) ein? (N=114)	Ja	57	50 %
	Nein	57	50 %

Tabelle 79: Gründe für die ausschließliche Nutzung von Standarddiensten

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Anschlussfrage zu Frage 21: Wenn ja, warum? (N=45, Mehrfachauswahl möglich)	Fehlender Bedarf an individuellen Lösungen	23	51,1 %
	Keine entsprechenden Lösungen auf dem Markt vorhanden	8	17,8 %
	Individuallösung zu kostspielig	22	48,9 %
	Sonstiges	8	17,8 %

Tabelle 80: Zulässigkeit der Nutzung von AppStores

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 22: Ist Ihren Mitarbeitern die Nutzung allgemein zugänglicher AppStores (z. B. Apple AppStore, Android Marketplace) über die Dienstgeräte erlaubt? (N=89)	Ja	36	40,5 %
	Nein	53	59,6 %

Tabelle 81: Bezug verschiedener Arten mobiler Anwendungen (1/3)

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 23: Wie häufig werden folgende Arten von Anwendungen auf den mobilen Endgeräten dienstlich genutzt? (N=87)	Mitgelieferte Anwendungen		
	nie	2	2,3 %
	selten	10	11,5 %
	unentschlossen	25	28,7 %
	häufig	27	31 %
	sehr häufig	23	26,4 %

Tabelle 82: Bezug verschiedener Arten mobiler Anwendungen (2/3)

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 23: Wie häufig werden folgende Arten von Anwendungen auf den mobilen Endgeräten dienstlich genutzt? (N=88)	Individuallösungen für Ihr Unternehmen		
	nie	21	23,9 %
	selten	20	22,7 %
	unentschlossen	15	17,1 %
	häufig	15	17,1 %
	sehr häufig	17	19,3 %

Tabelle 83: Bezug verschiedener Arten mobiler Anwendungen (3/3)

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 23: Wie häufig werden folgende Arten von Anwendungen auf den mobilen Endgeräten dienstlich genutzt? (N=87)	Nachinstallierte Standardsoftware		
	nie	8	9,2 %
	selten	21	24,1
	unentschlossen	27	31 %
	häufig	24	27,6 %
	sehr häufig	7	8,1 %

Tabelle 84: Installation von Unternehmensanwendungen auf privaten Endgeräten

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 24: Dürfen Individuallösungen des eigenen Unternehmens auch auf den privaten Endgeräten der Mitarbeiter installiert werden? (N=86)	Ja, alle	4	4,7 %
	Ja, aber nicht alle	16	18,6 %
	Nein	66	76,7 %

Tabelle 85: Häufigkeit der Installation von Anwendungen aus AppStores (1/2)

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 25: Wie häufig werden in Ihrem Unternehmen Geschäftsanwendungen aus AppStores bezogen? (N=84)	Kostenpflichtige Anwendungen		
	nie	46	54,8 %
	selten	28	33,3 %
	unentschlossen	8	9,5 %
	häufig	2	2,4 %
	sehr häufig	0	0 %

Tabelle 86: Häufigkeit der Installation von Anwendungen aus AppStores (2/2)

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 25: Wie häufig werden in Ihrem Unternehmen Geschäftsanwendungen aus AppStores bezogen? (N=83)	Kostenlose Anwendungen		
	nie	37	44,6 %
	selten	25	30,1 %
	unentschlossen	11	13,3 %
	häufig	6	7,2 %
	sehr häufig	4	4,8 %

Tabelle 87: Methoden zur Installation mobiler Anwendungen

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 26: Worüber erfolgt die Installation von mobilen Anwendungen? (N=124)	Mobile Device Management-Lösung	47	37,9 %
	Download-Link	24	19,4 %
	AppStore	33	26,6 %
	E-Mail	13	10,5 %
	Sonstiges	7	5,7 %

Tabelle 88: Verantwortung für die Installation mobiler Anwendungen

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 27: Wer ist für die Installation von Anwendungen auf den mobilen Endgeräten offiziell verantwortlich? (N=96)	Nutzer	21	21,9 %
	IT-Abteilung	75	78,1 %

Bei Nicht-Einsatz des mobilen Internets:

Tabelle 89: Planungen für den zukünftigen Einsatz des mobilen Internets

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 28: Planen Sie in den nächsten drei Jahren die Einführung von mobilem Internet? (N=36)	Ja	15	41,7 %
	Nein	21	58,3 %

Tabelle 90: Bewusstheit der Entscheidung gegen den Einsatz

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Frage 29: Haben Sie sich bewusst gegen den Einsatz des mobilen Internets entschieden? (N=36)	Ja	12	9,1 %
	Nein	24	18,2 %

Tabelle 91: Gründe für die bewusste Entscheidung gegen das mobile Internet

Frage	Ausprägung	Anzahl	Anteil
Anschlussfrage zu Frage 29: Wenn ja, warum? (N=11, Mehrfachauswahl möglich)	Einsatz ist unrentabel	1	9,1 %
	Fehlender Bedarf	9	81,8 %
	Fehlendes Know-how	0	0 %
	Mangelnde Datensicherheit	1	9,1 %
	Heterogenität der Betriebssysteme	0	0 %
	Sonstiges	0	0 %

A5 Bildschirmfotos des mobilen Kantinenspeiseplans

Die nachfolgenden Bildschirmfotos zeigen die besondere Optimierung von Webseiten zur Umsetzung von webbasierten mobilen Anwendungen.

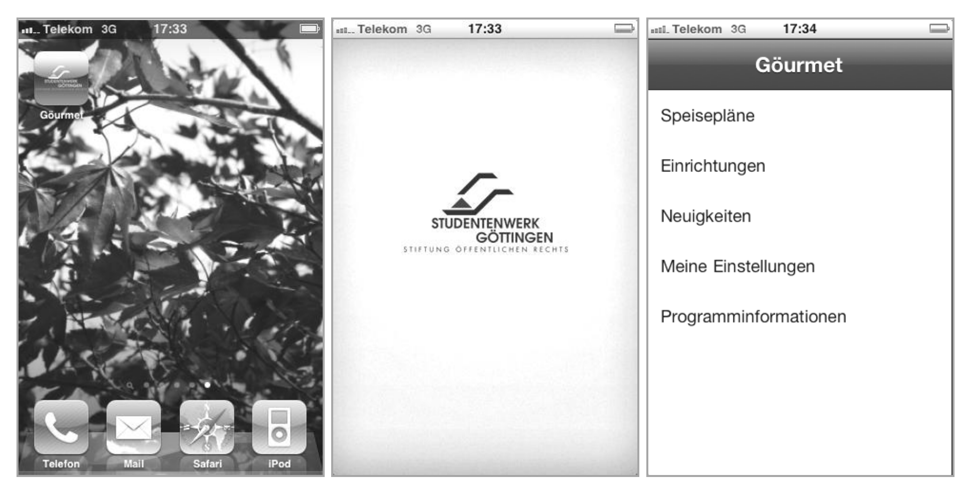


Abbildung 111: Aufruf des Kantinenspeiseplans aus dem iPhone-Hauptmenü

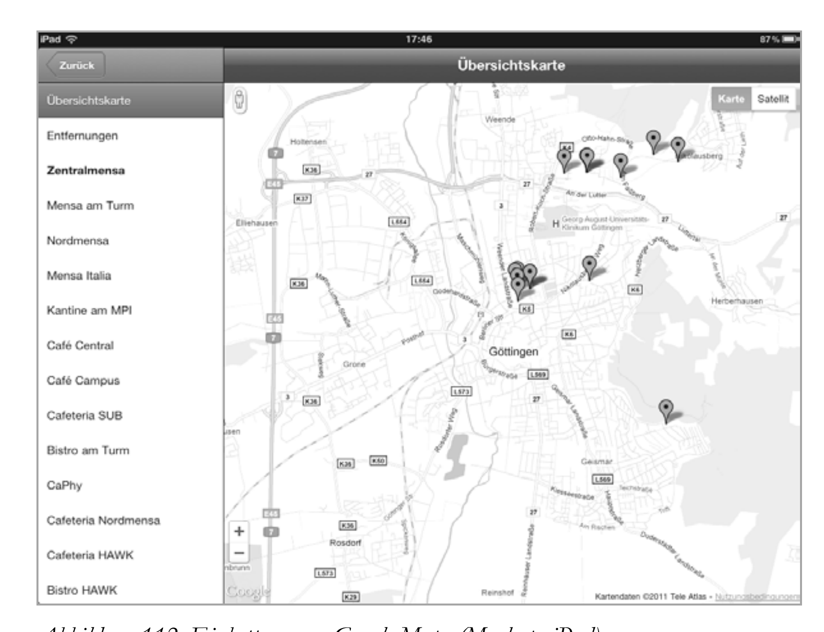


Abbildung 112: Einbettung von Google Maps (Mashup; iPad)

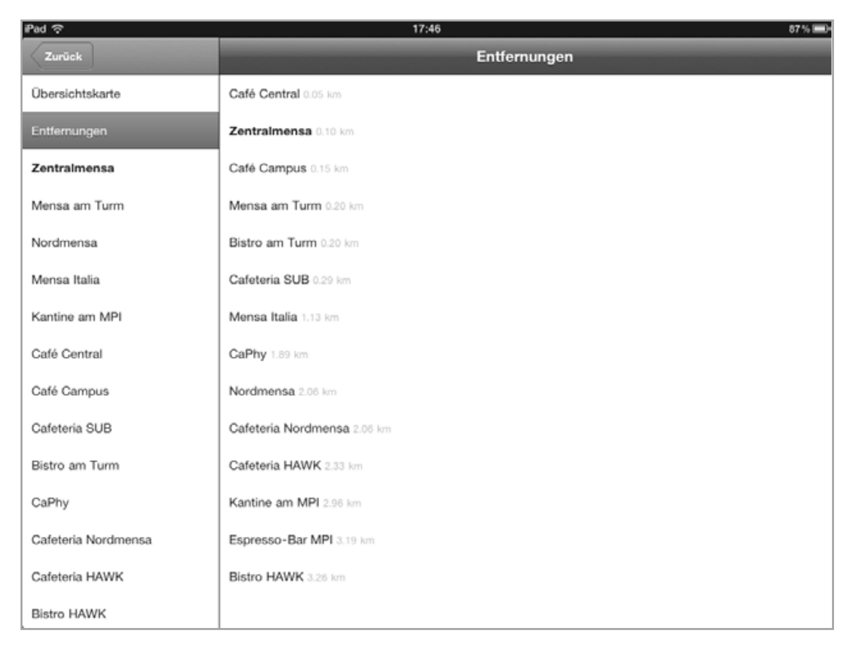


Abbildung 113: Nutzung der Geolocation-API zur Lokalisierung (iPad)

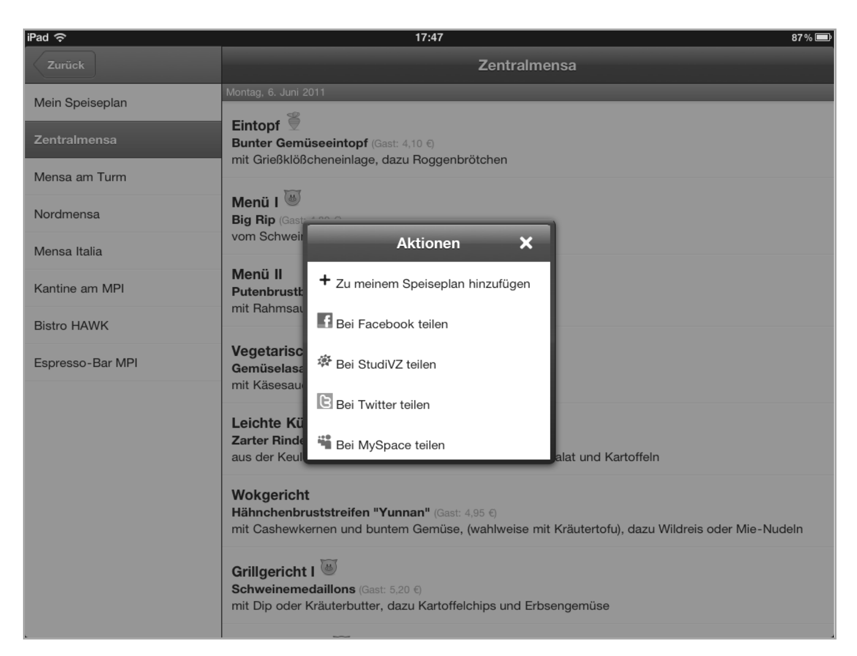


Abbildung 114: Pop-Up mit JavaScript/DHTML

A6 Entwicklungstechnologie- und plattformspezifische Aufwände

Tabelle 92: Entwicklungstechnologie- und plattformspezifische Aufwände

Lebenszyklus-Phase	Spezifikum
Analyse (1)	Anwendungsentwicklungstechnologien
	Design- und Interaktionsvorgaben
Implementierung (2)	Entwicklungsvoraussetzungen
	Entwicklungswerkzeuge
	Wissensbereitstellung
	Verbreitungsgrad der Programmiersprache
	Programmbibliotheken
	Programmieraufwand
	Testwerkzeuge und Testaufwand
	Endgeräteheterogenität
	Betriebssystemfragmentierung
	Reichweite der Anwendung
	Portierbarkeit der Anwendung
Einführung und Ablösung (3/6)[156]	Distributions-, Update- und Entfernungsmöglichkeiten
	Distributionskosten
	Einflussnahme
Nutzung (4)	Abhängigkeit der Anwendung

[156] Aufgrund der Ähnlichkeit der Spezifika in beiden Phasen werden diese zusammengefasst.

	Verlässliche Ausführung
Wartung (5)	Frequenz von Betriebssystemupdates
	Programmierrichtlinien

Analysephase (1)

Tabelle 93: Spezifika in der Analysephase

Spezifikum	Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Web-technologien
Anwendungs-entwicklungs-technologien	Objective-C und Web-technologien	Java (RIM-spezifisch/RIM-unabhängig) und Webtech-nologien; auf dem Tablet zusätzlich Flash und Android-spezifisches Java	Java und Web-technologien, auch hybrid	HTML/XHTML, CSS, JavaScript
Design- und Interaktions-vorgaben	Strikt, verpflichtend für die Distribution im AppStore	Vorhanden, aber keine Verpflichtung	Teilweise vorhanden, keine Verpflichtung	Teilweise vorhanden, keine Verpflichtung

Implementierungsphase (2)

Tabelle 94: Spezifika in der Implementierungsphase

Spezifikum	Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Web-technologien
Entwicklungs-voraussetz-ungen	Macintosh, kostenpflichtige Registrierung, Installation der bereitgestellten Entwicklungs-umgebung	Installation von Eclipse und dem kostenlos bereitgestellten Plugin	Installation von Eclipse und dem kostenlos bereitgestellten Plugin	-
Entwicklungs-werkzeuge	IDE Xcode inklusive Simulator und GUI-Builder	Eclipse-Plugin und Simulator	Eclipse-Plugin und Simulator	beliebig
Wissensbereit-stellung	umfangreich	umfangreich	umfangreich	umfangreich
Verbreitungs-grad der Programmier-sprache	gering jenseits von Apples Betriebs-systemen (ObjC)	hoch (Java)	hoch (Java)	hoch (JavaScript; beliebige clientseitige Sprachen)
Programm-bibliotheken	sehr umfangreich, durch Apple bereitgestellt	umfangreich, durch RIM bereitgestellt	umfangreich, durch Google bereitgestellt und durch Dritte erweiterbar	limitiert, jedoch durch Komponenten Dritter erweiterbar; Smartphone-Spezial-funktionen teilweise in Standardisie-rung

Spezifikum		Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Web-technologien
Programmieraufwand [157]	Serververbindung	51	52	65	18
	XML-Parsing	198	199	139	55
	GUI	73	805	736	285
	Σ	322	1.056	940	358
Testwerkzeuge und Testaufwand		Integriert in Xcode, Testaufwand gering	Mehrere Simulatoren, Testaufwand gering	Mehrere Simulatoren, Testaufwand mittel	Webbrowser, Testaufwand mittel
Endgeräte-heterogenität		gering	mittel	hoch	hoch
Betriebssystem-fragmentierung		gering	hoch	mittel	nicht anwendbar
Reichweite der Anwendung		iPhone, iPod und iPad (skaliert)	BlackBerry-Smartphones, BlackBerry-Tablet nur mit "Application Player"	Android-Smartphones und Tablets	Beliebige Endgeräte, ggf. eingeschränkt durch Oberflächen-framework
Portierbarkeit der Anwendung		-	möglich für andere Java-basierte Systeme; Aufwand von der API-Nutzung abhängig	möglich für andere Java-basierte Systeme; Aufwand von der API-Nutzung abhängig	nicht notwendig

[157] Werte aus: Busch 2011, S. 43, Henkel 2011, S. 51, Hohmann 2011, S. 64 und Trang 2011, S. 84.

Einführungs- und Ablösungsphase (3/6)

Tabelle 95: Spezifika in der Einführungs- und Ablösungsphase

Spezifikum	Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Web-technologien
Distributions-, Update- und Entfernungs-möglichkeiten	Installation über iTunes, Bereitstellung auf Webserver; keine Aktualisierung oder automatische Entfernung	Beliebige Distri-butionswege; zentral gesteuerte Installation, Aktualisierung und Entfernung über BlackBerry Enterprise Server	Beliebige Distributions-wege; keine Aktualisierung oder automatische Entfernung	nicht notwendig
Distributions-kosten	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos
Einflussnahme	nicht vorhanden bei interner Distribution	nicht vorhanden bei interner Distribution	nicht vorhanden	nicht vorhanden

Nutzungsphase (4)

Tabelle 96: Spezifika in der Nutzungsphase

Spezifikum	Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Web-technologien
Abhängigkeit der Anwendung	Betriebssystem und Betriebs-systemversion	Betriebssystem und Betriebs-systemversion	Betriebssystem und Betriebs-systemversion	Webbrowser
Verlässliche Ausführung	gewährleistet	abhängig von OS-Version	abhängig von OS-Version	Abhängig von Webbrowser, ggf. Verlust von Teilfunktionalität

Wartungsphase (5)

Tabelle 97: Spezifika in der Wartungsphase

Spezifikum	Apple iOS	RIM BlackBerry OS	Google Android	Web-technologien
Frequenz von Betriebs-systemupdates	jährlich ein Hauptrelease, Anwendungen sind aufwärts-kompatibel	jährlich ein Hauptrelease, Anwendungen sind aufwärts-kompatibel	unregelmäßig	nicht anwendbar
Programmier-richtlinien	MVC	-	eigenes Konzept	beliebiges Entwurfsmuster, häufig MVC

A7 Beispiel für ein Personaltelegramm

FIRMENNAME

FIRMIERUNG

MITTEILUNG DER UNTERNEHMENSFÜHRUNG

Nachstehend teilen wir Ihnen folgende Personalwechsel im Top-Management und höheren Management mit:

Konzern 1

Unterabteilung 1

Herr Max Mustermann — bisher: **Funktion 1** (KÜRZEL)
übernimmt **Funktion 2** (KÜRZEL)

Frau Erika Musterfrau — bisher: **Funktion 3** (KÜRZEL)
übernimmt **Funktion 4** bei Unternehmen

Unterabteilung 2

Herr Max Mustermann — bisher: **Funktion 1** (KÜRZEL)
übernimmt **Funktion 2** (KÜRZEL)

Frau Erika Musterfrau — bisher: **Funktion 3** (KÜRZEL)
übernimmt **Funktion 4** bei Unternehmen

Konzern 2

Unterabteilung 1

Herr Max Mustermann — bisher: **Funktion 1** (KÜRZEL)
übernimmt **Funktion 2** (KÜRZEL)

Frau Erika Musterfrau — bisher: **Funktion 3** (KÜRZEL)
übernimmt **Funktion 4** bei Unternehmen

Unterabteilung 2

Herr Max Mustermann — bisher: **Funktion 1** (KÜRZEL)
übernimmt **Funktion 2** (KÜRZEL)

Frau Erika Musterfrau — bisher: **Funktion 3** (KÜRZEL)
übernimmt **Funktion 4** bei Unternehmen

(Vorstandsmitglied X)

Abbildung 115: Anonymisiertes Beispiel für ein Personaltelegramm

A8 Bildschirmfotos der Volkswagen-Anwendungen

Apple iOS

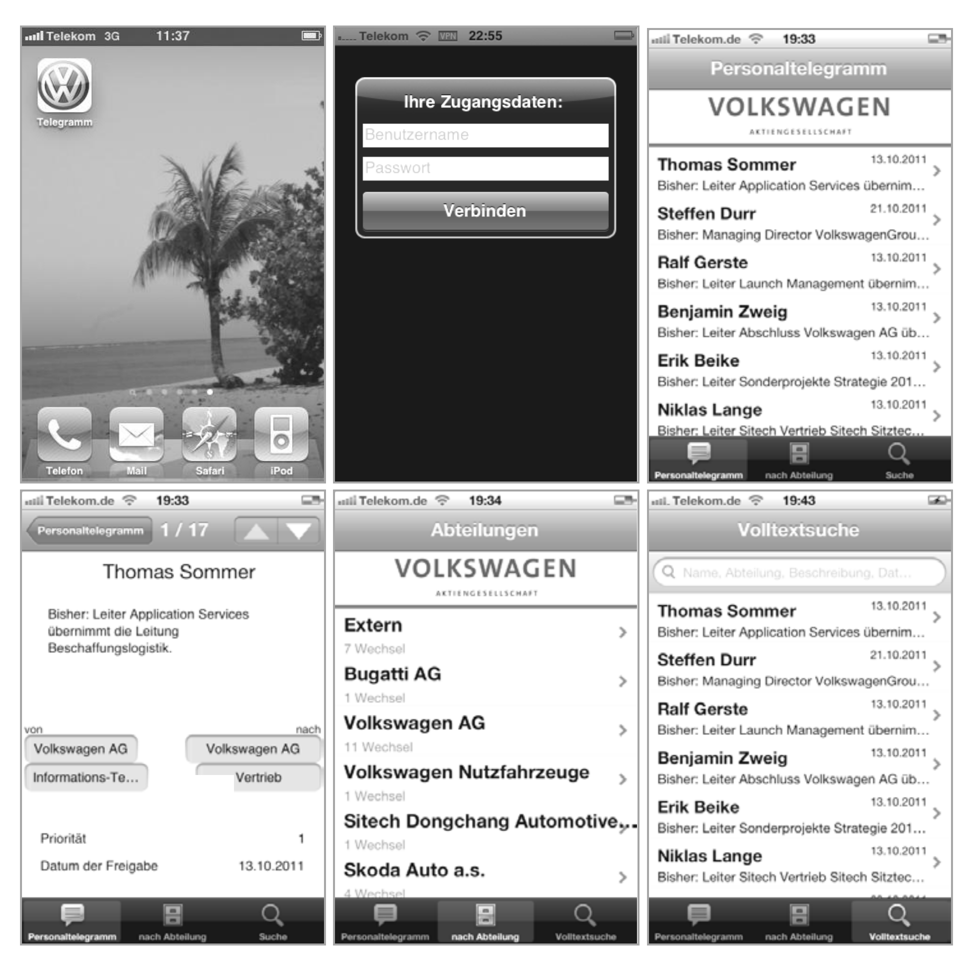


Abbildung 116: Volkswagen-Anwendung unter iOS[158]

[158] Bildschirmfotos erstellt auf einem Apple iPhone 3GS mit iOS 4.3.5.

RIM BlackBerry OS

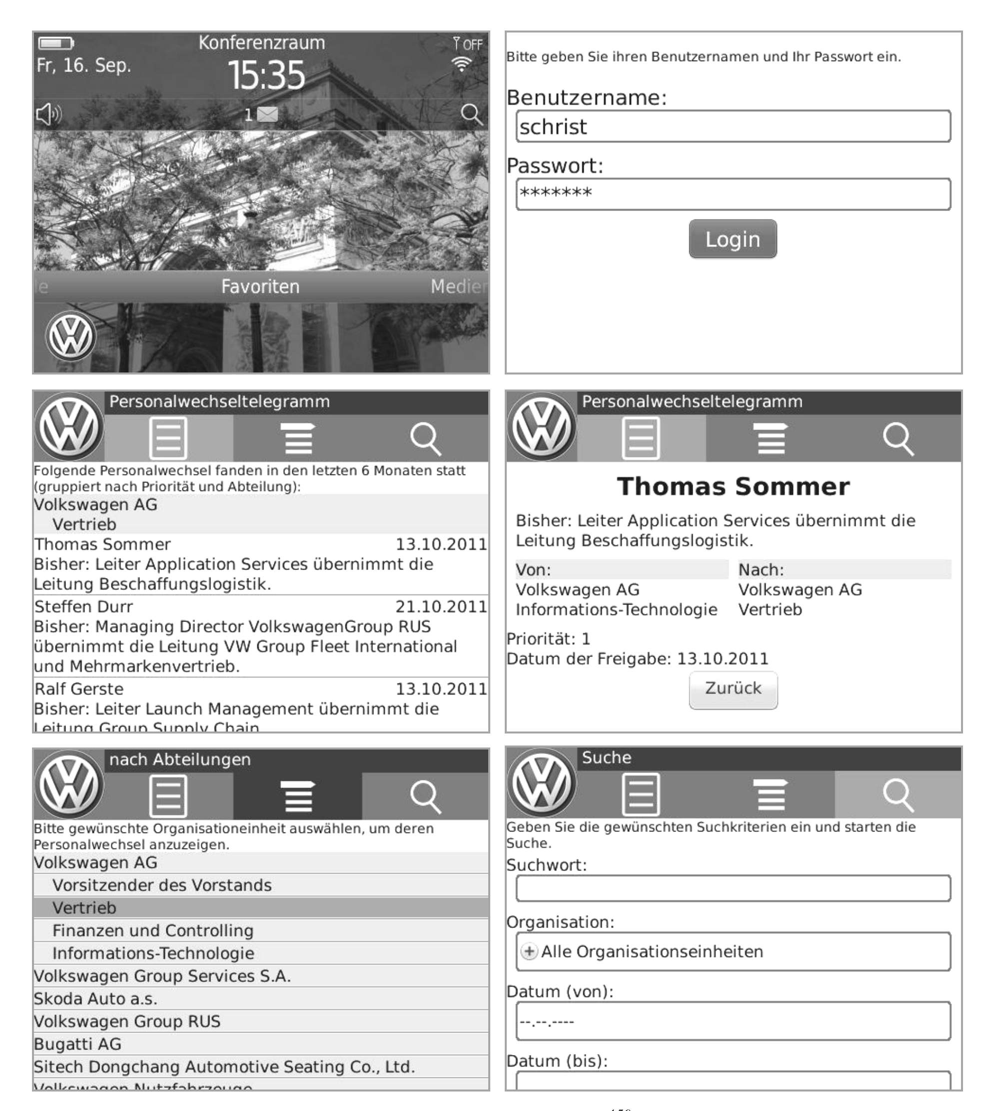


Abbildung 117: Volkswagen-Anwendung unter BlackBerry OS[159]

159 Bildschirmfotos erstellt auf einem RIM BlackBerry Bold 9780 mit BlackBerry OS 6.6.0.212.

Google Android



Abbildung 118: Volkswagen-Anwendung unter Android[160]

160 Bildschirmfotos erstellt auf einem Samsung Galaxy S mit Android 2.2.1 („Froyo“).

Webtechnologien

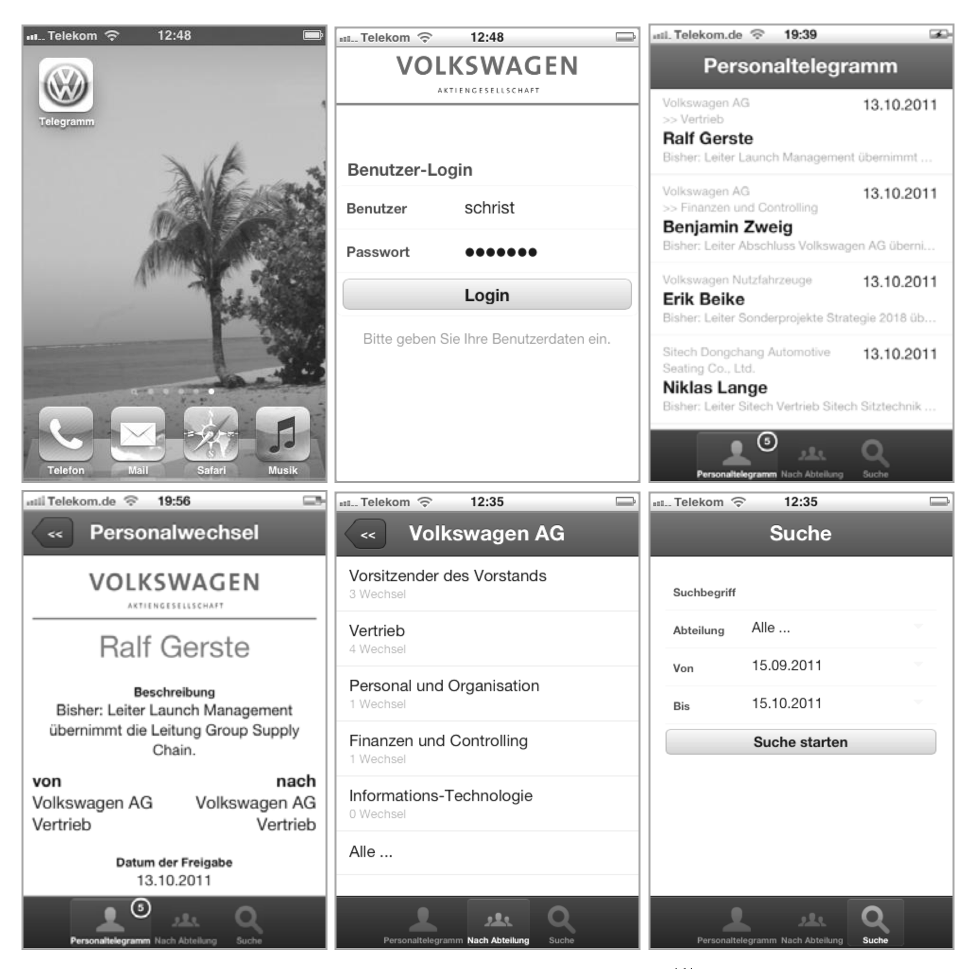


Abbildung 119: Webbasierte Volkswagen-Anwendung unter iOS (1/2)[161]

---

161 Bildschirmfotos erstellt auf einem Apple iPhone 3GS mit dem Browser Safari Mobile in Version 5.1 (WebKit 534.46).

Abbildung 120: Webbasierte Volkswagen-Anwendung unter iOS (2/2)[162]

162 Bildschirmfotos erstellt auf einem Apple iPad 1 mit dem Browser Safari Mobile in Version 5.1 (WebKit 534.46).

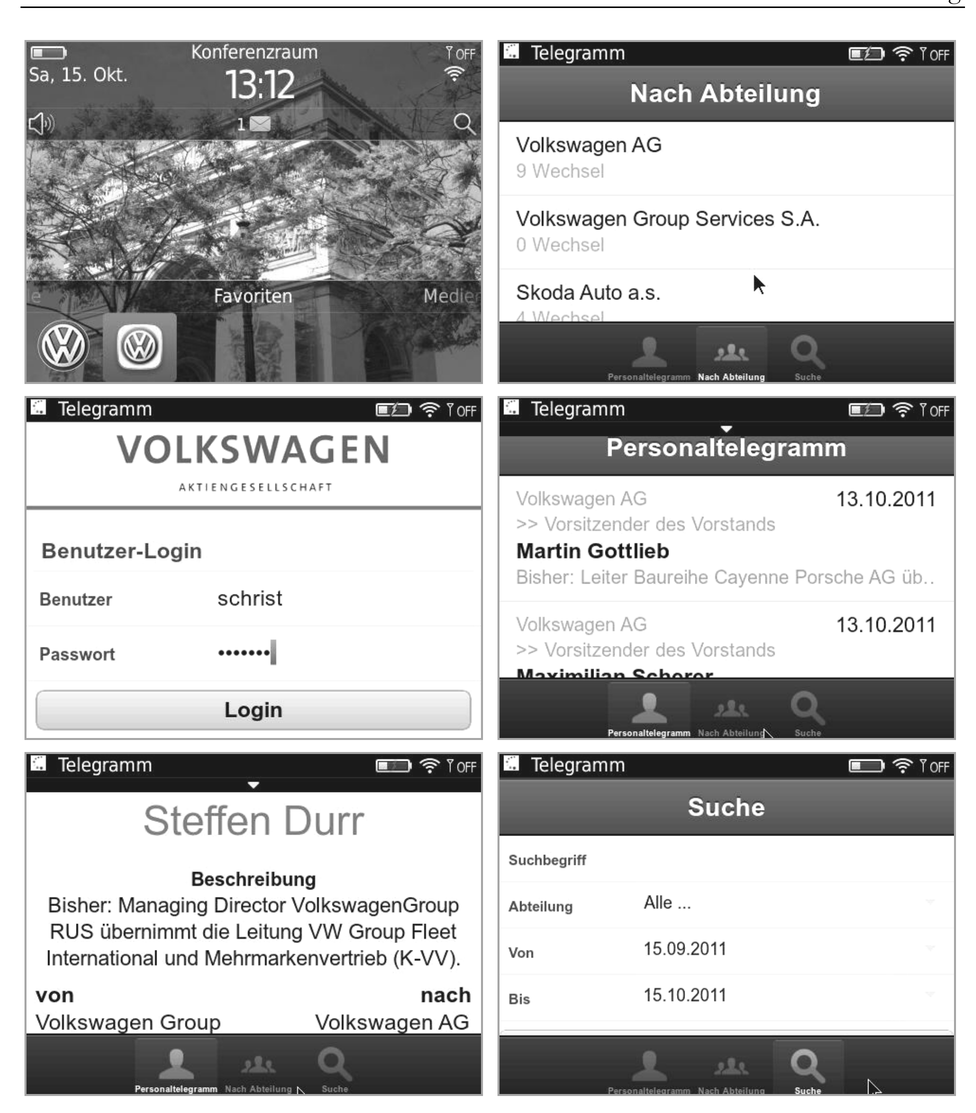


Abbildung 121: Webbasierte Volkswagen-Anwendung unter BlackBerry OS[163]

163 Bildschirmfotos erstellt auf einem RIM BlackBerry Bold 9780 mit dem BlackBerry-Browser in Version 6.0.0.570 (WebKit 534.8+).

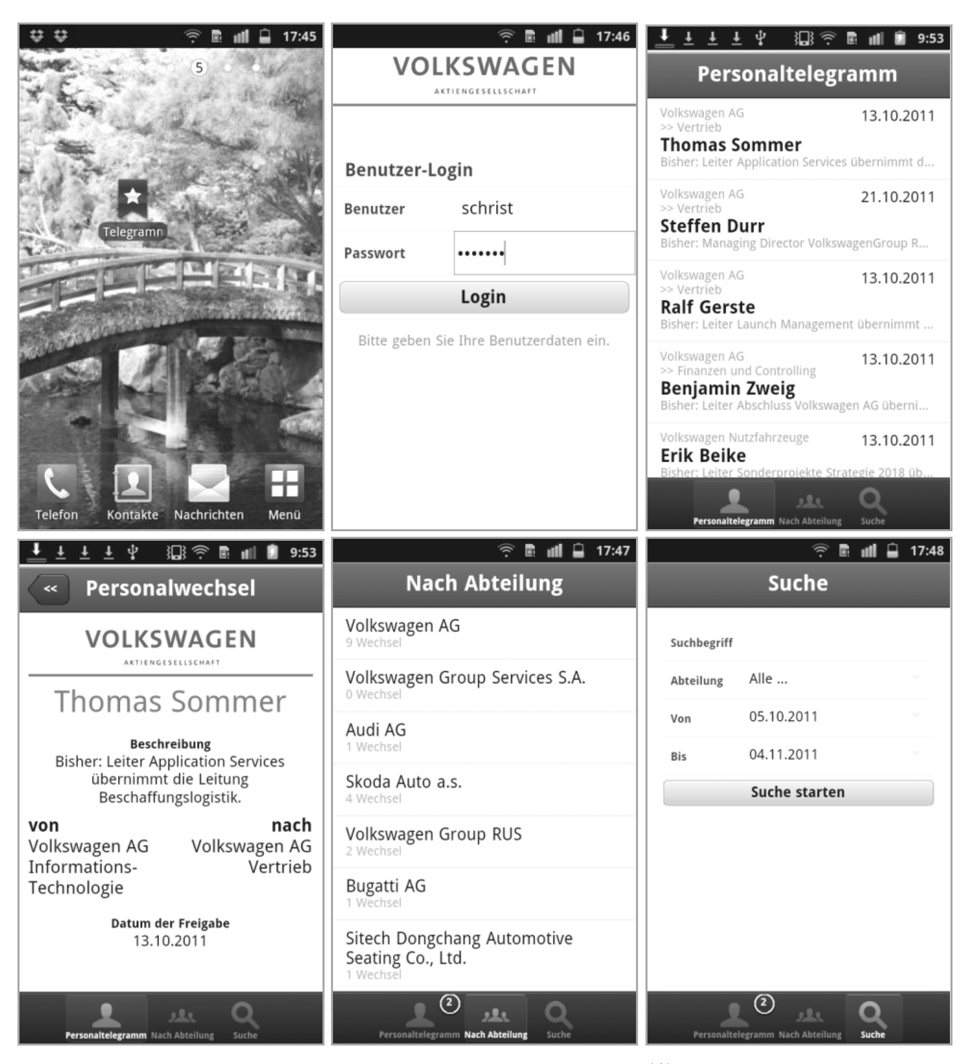


Abbildung 122: Webbasierte Volkswagen-Anwendung unter Android[164]

164 Bildschirmfotos erstellt auf einem Samsung Galaxy S mit dem Android-Browser in Version 4.0 (WebKit 533.1).

Autor



Persönliche Angaben

Name:	Stefan Christmann
Mail:	stefan@christmann.org
WWW:	http://www.christmann.org
Geburtstag:	05.07.1981
Geburtsort:	Göttingen
Staatsangehörigkeit:	deutsch

Bildungsgang

Juni 2001	Abitur Hainberg-Gymnasium Göttingen
August 2003 - Juli 2007	Diplomstudiengang Wirtschaftsinformatik Georg-August-Universität Göttingen
August 2007 - Februar 2012	Promotionsstudiengang Wirtschaftswissenschaften Georg-August-Universität Göttingen

Praxiserfahrung

Januar 2001 - Juli 2007	Gutsch & Exner Software Angestellter
März 2003 - Mai 2012	retosol Geschäftsführer
Januar 2005 - Dezember 2009	Studentenwerk Göttingen Vorstandsmitglied
Januar 2010 - Dezember 2010	Studentenwerk Göttingen Stiftungsratsmitglied
Juni 2007 - Juli 2007	Georg-August-Universität Göttingen Professur für Anwendungssysteme und E-Business Wissenschaftliche Hilfskraft
August 2007 - Februar 2012	Georg-August-Universität Göttingen Professur für Anwendungssysteme und E-Business Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Das mobile Internet ist eine Technologie, die im privaten Einsatzbereich bereits eine hohe Verbreitung gefunden hat. Eine zunehmende Anzahl von Nutzern greift mit Smartphones und Tablet PCs mobil auf das Internet zu und verwendet mobile Anwendungen, so genannte Apps, zum Zugriff auf Informationen und Dienste. Auch in und zwischen Unternehmen kann die Verwendung dieser Endgerätklasse Nutzen stiften. Dieser Bereich ist bisher jedoch noch unterentwickelt, was durch die besonderen Rahmenbedingungen der IT-Nutzung in Unternehmen bedingt ist. Neben erhöhten Anforderungen bezüglich Sicherheit und Stabilität von Diensten ist vor allem die im Vergleich zum Privatkundengeschäft notwendige technische Integration ein wichtiger Faktor.

Stefan Christmann analysiert daher Einsatzpotentiale und Herausforderungen der Technologie, validiert diese über eine empirische Befragung und schildert technische Lösungsansätze, um den Einsatz von mobilem Internet in Unternehmen zu ermöglichen und wirtschaftlicher zu gestalten. Im Bereich der Anwendungsentwicklung fokussiert das Buch dazu auf eine betriebssystemübergreifende Programmierung mittels Webtechnologien, welche die mehrfache Entwicklung von mobilen Anwendungen überflüssig macht.



ISSN 1863-0944
ISBN 978-3-86395-056-9

Universitätsverlag Göttingen